Math. a 254r

Woeckel

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Lehrbuch

der

mathematischen Geographie

für

Gymnasien und technische Anstalten,

so wie

für Alle, welche sich ohne mehr, denn die gewöhnlichen mathematischen Vorkenntnisse einen deutlichen Begriff von dem Weltsysteme zu verschaffen wünschen.

Von

Dr. Lorenz Wöckel,

Professor der Mathematik am königl. Gymnasium zu Nürnberg.

Mit 4 Kupfertafeln.

Nürnberg,
Verlag von Riegel und Wießner.
1838.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Vorwort.

Wenn von Seite des Verfassers versichert wird, daß es vorzüglich der Mangel eines passenden Lehrbuchs der mathematischen Geographie war, der ihn zur Herausgabe des vorliegenden bewog; so mag es wohl nicht am ungeeigneten Orte seyn, wenn auch nur mit wenig Worten jenen Mangel durch die Forderungen, die er an ein dergleichen Lehrbuch stellt, anzudeuten, und so dem sachverständigen Leser den Standpunkt näher zu bezeichnen, von welchem aus der Verfasser gegenwärtiges beurtheilt wissen will.

Gleichweit entfernt, einerseits von einem durchaus streng wissenschaftlichen, Alles vollkommen erschöpfenden, anderseits von einem gemeinen, populären und oberflächlichen Vortrage muß ein Lehrbuch der mathematischen Geographie also abgefaßt seyn, daß es die Hauptlehren dieser Wissenschaft dem Verständnisse jedes Gebildeten, der nur einigermassen mit den gewöhnlichen mathematischen Vorkenntnissen,

welche ja schon dem Namen nach dabei vorausgesetzt
den, versehen ist, auf eine leicht faßliche, anschauliche,
wie es die Sache selber mit sich bringt, zusammenhän
Weise nahe bringe, und sie durch Beantwortung des
her und Warum der behandelten Gegenstände zu d
geistigem Eigenthum mache.

Daß dieß in letzterer Beziehung nicht durchweg
allen Lehren geschehen könne, und viele auf Treue
Glauben des eigentlichen Astronomen und Physikers a
nommen werden müssen; wer sollte nicht diese Erfahr
schon in jedem Fache menschlichen Wissens gemacht hab
Allein nur so viel als möglich beschränkt soll die An
dieser, dem Laien oft gänzlich unverständlich scheinen
Lehren werden, zumal wenn es solche sind, durch wel
die Wissenschaft wesentlich gefördert und mathematisch
gründet wurde, und der Verfasser glaubt dieses selbst
durch zu erreichen, wenn er zu ihrem richtigen Verständn
nur den Schlüssel bietet, was nicht selten durch den V
gleich mit anderen, dem Verständniß näher liegenden, an
logen Erscheinungen geschehen kann. Die Lehre von d
Aberration des Lichts, welche in vielen Lehrbüchern als
abstrus und unverständlich gar keinen Platz findet, alle
wegen ihrer Wichtigkeit, da sie allein den unumstößliche
mathematischen Beweis für die jährliche Bewegung unser
Erde um die Sonne liefert, um so weniger von uns über
gangen werden durfte, wird Obiges näher beleuchten.

Die Lehre vom Globus wurde nicht berücksichtigt: einmal, weil Jedem, der sich in dem Gebiete der mathematischen Geographie Einsicht verschafft hat, die Behandlung dieses ohnehin nicht schwer wird, und zweitens, weil solche dem hierin Unwissenden nicht ohne große Weitläufigkeit und selbst so nicht mit der Gewißheit guten Erfolgs zu geben ist.

Die Natur des behandelten Gegenstandes brachte es mit sich, daß der Verfasser bei der Ausarbeitung des vorliegenden Werkchens, das leichter zu einem umfassenderen angewachsen wäre, falls nicht ein mäßiger Preis als Schulbuch hätte erzielt werden müssen, sich alles Stoffes bediente, den er in ähnlichen Werken hiezu vorräthig fand.

Dankbar nennt er unter derer Verfassern die beiden Herschel, Schubert, Bode, Littrow, Ideler, Schmidt, Pfaff, Brewer, Sommer und von Raumer, dessen Plan: „dem historischen Entwicklungsgange, welchen die Astronomie als Grundlage der mathematischen Geographie genommen hat, zu folgen und zuerst die vorcopernikanische, der sinnlichen Betrachtung sich anschließende Ansicht zu geben, dann erst den großen Umkehrungsprozeß des Copernikus," der Verfasser so viel als möglich auf dieselbe Weise durchzuführen suchte.

Möge des Verfassers kleine Arbeit zur Erlangung und Erweiterung der Kenntnisse, welche wohl mit Recht von jedem Gebildeten gefordert werden können: daß er mit

seinem Wohnorte näher bekannt sey und sich über das
und Warum bei den täglichen Veränderungen, die
Sonne, Mond und Sterne bewirkt werden, näheren
schluß zu geben vermöge, das Ihrige beitragen und
halb eine freundliche Aufnahme finden. Dieß der
lichste Wunsch

Nürnberg, an Lichtmeß 1838.

des Verfassers.

Inhalt.

Einleitung. Seite

§. 1. 2. Begriff der mathematischen Geographie 1

I. Allgemeine Kenntniß des Himmels und seiner Welten aus unseren Beobachtungen.

A. Beobachtungen bei Tage.

§. 3. Die Sonne. Dämmerung. Morgenröthe. Horizont. Ostpunkt. Osten. Zenith. Nadir. Verticalkreise. Höhenkreise. Höhe eines Gestirns. Meridian oder Mittagskreis. Mittagslinie. Die Himmelsgegenden. Culminationspunkt 2

§. 4. Aequinoctium. Frühlingsäquinoctium. Morgen- und Abendweite. Sommersolstitium. Herbstäquinoctium. Wintersolstitium 5

B. Beobachtungen bei Nacht.

a) Die Sterne.

§. 5. 6. Der Nordpol. Polarstern. Weltachse. Himmelsäquator. Tagekreise. Declinationskreise. Declination eines Gestirns. Polardistanz. Azimuth. Zenithdistanz. Polhöhe 7

§. 7. Fixsterne. Planeten. Scheinbare Fixsternengröße . 11

§. 8. Sternbilder der Alten. Thierkreis 13

§. 9. Neuere Sternbilder 14

§. 10. Sterne erster Größe 16

§. 11. Alter der Sternbilder.

§. 12. Veränderliche, neue, Doppel-Sterne. Sternhaufen. Nebelflecke. Nebelsterne 17

§. 13. Milchstrasse. Zahl der Sterne 19

b) Der Mond.

§. 14. Vollmond. Letztes Viertel. Neumond. Erstes Viertel 20

§. 15. Die Mondsbahn. Zodiakus 22

C. Vergleichung der täglichen und nächtlichen Beobachtungen.

§. 16. Aehnlichkeit der Mondsbahn mit der Sonnenbahn. Bestimmung der Sonnenbahn. Ekliptik. Schiefe der Ekliptik 23

§. 17. Durchschnittspunkte des Aequators und der Ekliptik. Rektascension. Breitenkreise. Längenkreise. Breite und Länge eines Gestirns 25

§. 18. Die Erscheinungen während eines jährl. Sonnenumlaufs. Wendekreise. Aequinoctialpunkte. Kolur der Nachtgleichen. Kolur der Sonnenwenden . .
§. 19. Die durch den jährlichen Sonnenlauf bewirkte verschiedene Ansicht des Himmels. Heliakisch, akronychisch, kosmisch . . . .

II. Das Sonnensystem.

A. Allgemeine Betrachtung und verschiedene Ansichten über das Sonnensystem.

§. 20. Das Ptolemäische Sonnensystem. Das Aegyptische . . . .
§. 21. Das Copernicanische System . . . .
§. 22. Galiläi, eifriger Anhänger desselben . . .
§. 23. Das Tychonische System . . . . .
§. 24. Kepler und die von ihm entdeckten, ewig denkwürdigen drei Gesetze . . . .

B. Die Erde, als das von uns vor Allem zu betrachtende Glied des Sonnensystems.

a) Die Gestalt und Größe der Erde.

§ 26. Aeltere Ansichten über ihre Gestalt . . .
§. 27. Beweise für die Kugelgestalt der Erde . . .
§. 28. Abweichung von der Kugelgestalt. Die Erde ein Sphäroid. Beweise dafür . . . . .
§. 29. Die Achsenrotation ändert die Kugelgestalt . .
§. 30. Abnahme der Schwere von den Polen gegen den Aequator. Pendelversuche . . . . . .
§. 31. 32. 33. Gradmessungen. Erdmeridiane. Irdische Parallelkreise, Wendekreise, Polarkreise . . . .
§. 34. Die Größenverhältnisse der Erde 5
§. 35. Berge beeinträchtigen wenig die Gestalt der Erde . 5
§. 36. Aeltere Versuche, die Größe der Erde zu bestimmen 5

b) Die tägliche Bewegung der Erde um ihre Achse.

§. 37. 38. Unendliche Entfernung der Fixsterne. Parallaxe 6
§. 39. Gründe für die Achsenbewegung der Erde . . 6
§. 40. Widerlegung der Gründe gegen die Achsenbewegung 6

c) Jährliche Bewegung der Erde um die Sonne.

§. 41. Die Erscheinungen sind dieselben, ob die Sonne oder die Erde sich bewegt 6
§. 42. Gründe für die jährliche Bewegung der Erde . 68
§ 43. 44. 45. Aberration des Lichts 72
§. 46. Einwendungen gegen die jährliche Bewegung der Erde 78

d) Folgen aus den Bewegungen der Erde.

Seite

α. Folgen aus der täglichen Bewegung um ihre Achse.

§. 47. Tag, der natürliche, bürgerliche. Sterntag. Sonnentag. Zeitgleichung. Mittlere Zeit. Sonnenuhren. Früheres Aufgehen der Gestirne für die östlicheren Bewohner der Erde. Abplattung 81

β. Folgen aus der jährlichen Bewegung um die Sonne.

§. 48. Rückwärtsgehen und Stillstehen der Planeten. Scheinbarer Sonnenlauf. Veränderte Ansicht des Himmels. Unterschied zwischen Stern- und Sonnentag. Zeiteintheilung. Siderisches, tropisches, bürgerliches, astronomisches Jahr. Perihelium. Perigäum. Aphelium. Apogäum. Absidenlinie. Anomalie. Verschiedene Größe des Sonnendurchmessers . . 85

γ. Folgen aus der jährlichen Bewegung der Erde um die Sonne und der stets parallelen Lage der Erdachse, unter welcher erstere geschieht.

§. 49. 50. Verschiedene Lauf der Sonne am Himmelsgewölbe. Längere und kürzere Dauer der Tage . . . 89

§. 51. Wechsel der Jahreszeiten. Aufsteigende, niedersteigende Zeichen 94

§. 52. Längeres Aufhalten der Sonne in der nördlichen Erdhälfte 100

§. 53. Vorrücken der Nachtgleichen (Präcession) und Schwanken der Erdachse (Nutation) 101

§. 54. Platonisches Jahr. Bradley weist den Grund der Nutation in der ungleichen Wirkung des Monds auf unsere Erde nach. Aenderung der Länge und Breite der Sterne 105

e) Mathematische Eintheilung der Oberfläche der Erde durch gewisse Linien zur geographischen Ortsbestimmung, so wie nach Zonen, Sphären, Klimaten und der Eintheilung ihrer Bewohner nach ihrem Schatten und ihrer Lage.

§. 55. Irdische Breitenkreise. Geographische Breite . . 108

§. 56. Irdische Längenkreise. Geographische Länge. Erster Meridian 110

§. 57. Verschiedene Größe der Längengrade 111

§. 58. Tabelle über die Abnahme der Längengrade nach den Polen zu 113

§. 59. Längenunterschied zweier Orte läßt sich in Zeit angeben. Ungleiche schnelle Bewegung der einzelnen Punkte der Erde 114

§. 60. Problem der Meereslänge. Polhöhe zu bestimmen 117

§. 61. Chronometer . . . .
§. 62. Mondstafeln. Tobias Maier. Bürg. Pulversignale
§. 63. Heiße Zone, die gemäßigten, kalten. Flächenraum derselben . . . .
§. 64. Sphären, die gerade, parallele, schiefe . . .
§. 65. Klimate, halbstündige, monatliche . . . .
§. 66. Unschattige, Zweischattige, Einschattige, Umschattige .
§. 67. Nebenwohner. Gegenwohner. Gegenfüßler . .

C. Der Mond, unser nächster Begleiter.

§. 68. Scheinbare tägliche Bewegung desselben. Monatliche Bewegung im Zodiakus. Die Bahn des Mondes im Weltall, Bezugs seiner Bewegung um die Erde .
§. 69. Die Bahn des Mondes um die Erde. Apogäum. Perigäum. Mondsdurchmesser. Ungleiche Bewegung in seiner Bahn. Seine Größenverhältnisse. Neigung der Ebene der Mondsbahn gegen die Ekliptik. Knoten. Achsenbewegung . . . . . .
§. 70. Phasen oder Lichtgestalten des Mondes. Ihr Entstehen aus der Lage, welche der Mond bei seiner Umdrehung um die Erde gegen die Sonne hat .
§. 71. Betrachtung der Erscheinung während eines Mondumlaufs . . . .
§. 72. Neumond. (Conjunction.) Vollmond. (Opposition.) Quadraturen. Octanten. Syzygien . . .
§. 73. Sydonischer, periodischer, drakonistischer, anomalistischer Monat 1
§. 74. Sonnenfinsterniß. Mondsfinsterniß . . . 1
§. 75. Partiale, centrale, totale, ringförmige Sonnenfinsterniß 1
§. 76. Libration des Mondes nach der Länge, nach der Breite 1
§. 77. Gestalt der Oberfläche des Monds 1
§. 78. Natur des Mondes 15
§. 79. 80. Fluth und Ebbe, Wirkungen des Monds . . 15

D. Die übrigen Glieder des Sonnensystems und die Sonne selbst.

§. 81. Aufzählung derselben 16
§. 82. Die Sonne. Achsenbewegung, Weiterbewegung derselben. Ihre Natur, Größenverhältnisse . . 16
§. 83. Merkur 16
§. 84. Venus. Untere, obere Planeten 16
§. 85. Mars 16
§. 86. Asteroiden 169
§. 87. Jupiter 171
§. 88. Saturn 172
§. 89. Uranus 174

Seite

§. 90. Allgemeine Bemerkungen über das Planetensystem. Eintheilung der Planeten in zwei Klassen. Gesetzmäßige Entfernung derselben 175

§. 91. Uebersicht des Planetensystems 179

E. Die Kometen.

§. 92. Der Halley'sche, Enka'sche, Biela'sche, Olber'sche Komet. Verschiedene Bahnen von denen der Planeten hinsichtlich ihrer Form und Lage. Rechtläufig, rückläufig 180

§. 93. Gestalt der Kometen. Kern, Hülle, Schweif. Ihre Natur und physische Beschaffenheit. Ihre Bedeutung 181

III. Die Fixsterne.

§. 94. Unendliche Entfernung derselben von unserer Erde. Keine Parallaxe. Die Erde Bezugs der Entfernung der Fixsterne ein mathematischer Punkt, der Mittelpunkt der Himmelskugel. Die Fixsterne haben wohl selbstständiges Licht 185

§. 95. 96. Geocentrischer oder wahrer, scheinbarer Ort eines Sterns. Horizontalparallaxe. Die Parallaxe lehrt die Entfernung der Himmelskörper finden. Horizontalparallaxe des Monds 187

§. 97. Refraction oder Strahlenbrechung des Lichts. Verlängerung des Tags und der Mondsnacht durch die Refraction. Aenderung der Gestalt der Sonne und des Monds bei ihrem Auf- und Untergang. Morgen- und Abenddämmerung 190

Erster Anhang.

Zur Chronologie.

§. 98. Natürliche, bürgerliche Tag. Stunde, Minuten, Sekunden. Der Monat, die Woche, Benennung und Bezeichnung der Wochentage nach den Planeten . 195

§. 99. Das Sonnenjahr. Das Mondsjahr. Julianischer und Gregorianischer Kalender. Alter und neuer Stil . 197

§. 100. Sonnencirkel. Mondscirkel. Indictionscirkel. Goldene Zahl. Epakte 199

§. 101. Ostern und die beweglichen Feste. Römerzinszahl. Sonntagsbuchstabe 201

Zweiter Anhang.

Verschiedene Arten, die Oberfläche der Erde oder Theile derselben bildlich darzustellen.

§. 102. Erdgloben 203

§. 103. Landcharten. Nichtperspectivische Projectionsarten. Mercators Projection 204

§. 104. Bonne's Projection 205

§. 105. Perspectivische Projectionsarten: stereographische, orthographische, Centralprojection. Himmelscharten . 207

Erläuterung

der zu dem Nachstehenden nöthigen mathemati[s]
Vorbegriffe.

= Zeichen der Gleichheit, z. B. a = b, d. h. a ist gleich der

> Zeichen der Ungleichheit, wo die kleinere Größe stets a
Spitze steht. Z. B. a > b, d. h. a ist größer als b. a
d. h. a ist kleiner als b.

+ Zeichen der Addition, mit **und** zu übersetzen. 7 + 3 =

— Zeichen der Subtraction, mit **weniger** zu übersetzen. 9
= 4.

. oder × Zeichen der Multiplication, mit **mal** zu übersetzen. 5
= 60.

: Zeichen der Division, mit **getheilt** zu übersetzen. 24 : 8 =

Eine Zahl aufs Quadrat erheben, heißt die Zahl mit sich selber
tipliciren. Das Zeichen dafür ist eine zwei, die man rechts
die Zahl setzt. Z. B. $5^2 = 5 . 5 = 25$, und 25 heißt das
drat von 5.

Eine Zahl auf den Cubus erheben aber heißt, sie dreimal mit
selbst multipliciren. Z. B. $6^3 = 6 . 6 . 6 = 216$, und
heißt der Cubus von 6.

∠ Zeichen des Winkels.

△ Zeichen des Dreiecks.

|| Zeichen des Parallelseyns zweier Linien. Fig. 1. ab ||
d. i. ab und cd laufen mit einander **parallel**, sind **Par**
lellinien, welche, auch unendlich verlängert, nie zusammenstoß

Der Winkel cab in Fig. 2. heißt ein **spitziger**, in Fig. 3.
rechter und in Fig. 4. ein **stumpfer**. Der spitzige ist klein
der stumpfe dagegen größer als ein Rechter. Die Linien a
ab nennt man die **Schenkel** des Winkels, und den Punkt
seine Spitze oder seinen **Scheitel**.

Von der Linie ab in Fig. 3. sagt man, sie läuft **horizontal** o
waagerecht, und die Linie ac steht auf ihr **senkrecht**, pe
pendikulär oder **vertical**.

ac ist ein Perpendikel auf ab.

Fig. 5. stellt ein **gleichseitiges**, Fig. 6. ein **gleichschenklige**
und Fig. 7. ein **ungleichseitiges** Dreieck dar.

Ebenso ist in Fig. 5. und 6. ein **spitzwinkliges**, in Fig. 8. e
rechtwinkliges, und in Fig. 7. ein **stumpfwinklige**

Dreieck verzeichnet. Die Seiten ab, ac (Fig. 8.) heißen die Katheten, bc die Hypotenuse des rechtwinkligen Dreiecks.

Fig 9. stellt ein Quadrat vor, eine Figur von 4 gleichen Seiten und 4 rechten Winkeln.

Fig. 10. heißt ein Kreis.

c der Mittelpunkt, oder das Centrum des Kreises.
adbe der Umfang, oder die Peripherie.
ac oder cf ein Halbmesser oder Radius des Kreises, welche alle gleiche Länge haben.
ab ein Durchmesser, oder Diameter des Kreises.
Die gerade Linie af eine Sehne oder Chorde des Kreises.
Die krumme Linie adf ein Bogen des Kreisumfangs oder der Peripherie.

Die Kreisperipherie adbe wird in 360 gleiche Theile, Grade genannt, eingetheilt; der Grad wiederum in 60 Minuten, die Minute in 60 Sekunden, und die Sekunde in 60 Tertien. $8^0\ 23'\ 16''\ 25'''$ wird gelesen: 8 Grad, 23 Minuten, 16 Sekunden und 25 Tertien.

Das von zwei Halbmessern und dem dazwischen liegenden Bogen begrenzte Stück fcb (Fig. 10.) der Kreisfläche heißt ein Kreisausschnitt.

Fig. 11. stellt einen Halbkreis, Fig. 12. einen Quadranten oder den vierten Theil eines Kreises, und Fig. 13. einen Sextanten, oder den sechsten Theil eines Kreises vor.

Fig. 14. Concentrische Kreise, die denselben Mittelpunkt gemein haben.

Kugel nennt man denjenigen geometrischen Körper, dessen krumme Oberfläche so beschaffen ist, daß jeder Punkt derselben von einem Punkte innerhalb (Centrum oder Mittelpunkt der Kugel) gleichweit entfernt ist.

Halbmesser oder Radius der Kugel: Linie vom Centrum an einen Punkt der Peripherie der Kugel.

Sehne der Kugel heißt jede gerade Linie zwischen zwei Punkten der Oberfläche, welche zugleich Durchmesser genannt wird, wenn sie durch den Mittelpunkt der Kugel geht.

Achse der Kugel heißt derjenige Durchmesser, um welchen sich die Kugel bewegt, und Pole die zwei Endpunkte dieser Achse.

Größter Kreis einer Kugel ist der auf der Kugelfläche, welcher mit der Kugel denselben Mittelpunkt hat. Man erhält ihn, wenn man sich durch den Mittelpunkt der Kugel eine unbegrenzte Ebene gelegt denkt, durch die Begrenzungslinie der Ebene und der Kugeloberfläche. Ueberhaupt ist, wenn die Kugel durch eine Ebene geschnitten wird, die Durchschnittsfigur stets ein Kreis. Daher entstehen die Parallelkreise oder solche Kugelkreise, deren Ebenen zu einander parallel sind. Je weiter sie vom Mittelpunkte der Kugel abliegen, um so kleiner sind sie.

Zone nennt man das Stück der Kugeloberfläche, welches zwischen zwei Parallelkreisen liegt.

Kegel nennt man denjenigen geometrischen Körper, welcher entsteht, wenn das rechtwinkliche Dreieck bac (Fig. 8.) sich so lange um

die Achse a c herumbewegt, bis es wieder in seine erste Lage kommt. a c heißt die Achse des Kegels, und die b c beschreibt dessen krumme oder Mantel-Oberfläche.

Je nach der Lage der Ebenen, mit welchen der Kegel durchschnitten wird, erhält man in den Durchschnittsfiguren verschiedene krumme Linien, Kegelschnitte genannt.

Die Ellipse zeigt uns die Durchschnittsfigur, wenn die Ebene den Kegel so durchschneidet, daß sie mit dessen Achse einen schiefen Winkel bildet.

Fig. 15. stellt eine Ellipse dar.

a c b d ist der Umfang der Ellipse.

c ihr Mittelpunkt.

f, f' ihre Brennpunkte.

a b die große Achse, oder die Absidenlinie.

d e die kleine Achse der Ellipse,

c f, c f' die Excentricität der Ellipse.

f g, f' g sind Radii vectores, oder Fahrstrahlen der Ellipse, welche beide zusammengenommen so groß als die große Achse a b der Ellipse sind. Da dieß nun von jeden beiden an irgend einen Punkt der Ellipse gezogenen Fahrstrahlen gilt, so ist die Ellipse eine Curve, von welcher jeder Punkt des Umfangs von zwei anderen Punkten (Brennpunkten) stets gleichweit entfernt ist.

Dieß giebt uns ein Mittel an die Hand, die Ellipse mechanisch zu beschreiben: Setze die beiden Achsen a b, c d, die man beliebig groß macht, im Mittelpunkte c senkrecht auf einander, und schneide vom Punkte d aus mit einer Zirkelöffnung = a c die große Achse in f und f', so hat man die beiden Brennpunkte der Ellipse. Nimm einen Faden so groß als die große Achse a b, und befestige dessen Endpunkte in f und f'. Spanne diesen Faden mit einem Reißblei fest an, setze dessen Spitze in den Punkt a, und führe das Reißblei, indem der Faden stets gespannt bleibt, so lange um den Mittelpunkt c herum, bis er wieder nach a zurückkommt, in welchem Falle es dann die Ellipse verzeichnet hat.

Ellipsoid nennt man den geometrischen Körper, welcher entsteht, wenn die Hälfte einer Ellipse sich um ihre Achse so lange herumbewegt, bis sie wieder in ihre erste Lage kommt.

Einleitung.

§. 1.

Unter Geographie versteht man im Allgemeinen, und wenn wir der Uebersetzung des griechischen Wortes folgen, die Beschreibung unserer Erde. Diese kann jedoch hauptsächlich von drei verschiedenen Gesichtspunkten aus geschehen, was Veranlassung gab, die Geographie in eben so viel Hauptzweige einzutheilen. Betrachten wir nämlich unsere Erde als einen geometrischen, den Größenverhältnissen unterworfenen Körper, so haben wir es mit der mathematischen Geographie derselben zu thun. Die physische Geographie berücksichtigt die natürliche Beschaffenheit der Oberfläche unserer Erde, und die politische endlich handelt von ihr als Wohnplatz vernünftiger Wesen und macht uns demnach mit der verschiedenen Eintheilung der Erdoberfläche in Länder und Provinzen und deren gegenseitigen Verhältnissen bekannt.

Wir beschäftigen uns zunächst blos mit der ersten der obigen drei Abtheilungen der Geographie, mit der mathematischen: betrachten demnach die Erde in ihrem Verhältniß zu den anderen Himmelskörpern, bestimmen ihre Gestalt und Größe und folgen ihr in ihren Bewegungen, die verschiedenen Erscheinungen erkennend, welche aus letz-

teren und ihrer Lage hervorgehen und eine gewisse Eintheilung der Erdoberfläche durch bestimmte Linien und Kreise nothwendig machen.

§. 2.

Um aber, was wir als das vorerst zu Betrachtende in der mathematischen Geographie setzten, das Verhältniß der Erde zu den übrigen Himmelskörpern, zu Sonne, Mond und Sterne richtig aufzufassen, ist vor Allem eine genauere Kenntniß des Himmels selbst nothwendig; und wir sehen uns deßhalb an die Lehren der Astronomie, als Grundlage der mathematischen Geographie, verwiesen und beginnen nun sogleich mit dem Astronomen die Beobachtung des Himmels, als welche nur allein uns über die mathematischen Verhältnisse unserer Erde zu den anderen Welten sichern Aufschluß zu ertheilen vermag.

I. Allgemeine Kenntniß des Himmels und seiner Welten aus unseren Beobachtungen.

A. Beobachtungen bei Tage.

§. 3.

Der Astronom, den wir uns als Führer bei der Beobachtung des Himmels gewählt haben, begann mit uns am 21. März, Morgens mehrere Minuten vor 6 Uhr auf dem platten Dache eines runden, mit einem Geländer umgebenen Thurms, das ringsumhin eine freie Aussicht ge-

stattete, seinen Unterricht. Das runde Geländer war nach Art des Kreises in 360 gleiche Theile, Grade genannt, eingetheilt und in der Mitte dieses Geländerkreises, im Punkte C (Fig. 16), der zugleich die Mitte des Himmelsgewölbes ist, als welches uns wegen der von unserem Auge in den Himmelsraum hinauslaufenden unbegrenzten, also gleich langen Gesichtslinien der Himmel erscheinen muß, an dem die Himmelskörper gleichsam angeheftet erscheinen, befanden wir uns.

Es ward allmählig heller, d. h. es begann die Dämmerung und erwartungsvoll wendeten wir uns der Gegend des Himmels zu, die sich allmählig mehr und mehr zu röthen anfieng und welche Erscheinung unser Führer Morgenröthe nannte, bis wir die große Feuerkugel, die Sonne, im Punkte O, der dem Punkte 0 des Geländers, wo dessen Eintheilung beginnt und sich 0^{0} befindet, entspricht, an jener kreisförmigen Gränze zwischen Himmel und Erde, dem Horizonte, aufgehen sahen. Der Punkt O selbst, wo die Sonne hervortauchte, heißt der Ostpunkt des Himmels und die ganze Gegend, wohin wir unser Auge gerichtet, Osten. Immer mehr und mehr erhob sich die Sonne über den Horizont, bis sie endlich in einem der Kreisbögen, welche wir uns von dem gerade über unserem Scheitel liegenden Punkt des Himmels, dem Zenith, (der senkrecht unter unsern Füssen liegende Punkt der Himmelskugel heißt das Nadir) an den Horizont senkrecht herabgezogen denken, ihren größten Abstand von demselben erreicht hatte. Diese eingebildeten Kreisbögen überhaupt nennt man Vertikalkreise und den Abstand eines Gestirns von dem Horizont in einem solchen, die Höhe des Sterns, so wie den durch den Stern mit dem Horizont parallel gezogenen Kreis, den Höhenkreis (Almucantharat), in welchem derselbe sich befindet; derjenige Vertikalkreis aber, in welchem die Sonne und, wie uns der Astronom versicherte, alle Himmelskörper ihre größte Höhe erreichen, heißt beson-

ders der Meridian, der Mittagskreis, weil
rade Mittag war und unsere Uhren 12 Uhr zeigte
die Sonne sich daselbst befand.

Die Linie, welche wir uns von unserm Stan
aus bis an den Punkt des Horizonts gezogen dacht
der Meridian denselben durchschneidet, die Mittags
ging gerade über den Punkt S unseres eingetheilten
ders, der mit 90° bezeichnet war, hinweg, so daß ih
punkt, der Mittagspunkt, vom vorher erwähnte
punkte, so wie der Meridian von dem an den Ostpun
zogenen Verticalkreise um den vierten Theil des kreis
gen Horizontes absteht. Der Mittagspunkt heißt au
Südpunkt und die Himmelsgegend selbst, nach weld
er liegt, Süden; die ihr gerade gegenüber liegende
melsgegend aber, welcher unser Rücken zugekehrt ist,
Norden und der Punkt, wo die nach dieser Gegen
rückwärts verlängerte Mittagslinie den Horizont triff
Nordpunkt des Himmels genannt.

So wie die Sonne vom Ostpunkte bis zu ihrer
ten Höhe im Meridiane sich immer mehr und mehr
den Horizont erhob, so senkt sie sich von diesem Meri
punkte, ihrem Culminationspunkte, allmählig n
herab, bis sie im Punkte W endlich unter den Hor
selbst hinabsinkt. Die nach diesem Punkte W von un
Standpunkte C aus gezogen gedachte Linie liegt gera
der Verlängerung der nach dem Ostpunkte gezogenen, so
dieser Punkt, Westpunkt genannt, dem Ostpunkte ge
diametral gegenüber liegt und von ihm, wie an den e
theilten Geländer zu ersehen, um 180° oder einem Halb
entfernt ist. Schon hat sich der Himmel geröthet,
die Abendröthe ist eingetreten, die Sonne ist verschwun
es wird allmählig dunkler, d. h. es beginnt die Ab
dämmerung, und endlich tritt die Nacht vollends ein.

§. 4.

Es war Abends 6 Uhr als die Sonne im Westen unterging, und es waren von ihrem Aufgang bis zu ihrem Untergang genau 12 Stunden verflossen. Am folgenden Tage ging die Sonne abermals um 6 Uhr im Ostpunkte auf, und die Nacht währte demnach eben so lange als der Tag, welchen Zustand unser Astronom mit dem lateinischen Worte Aequinoctium (Tag- und Nachtgleiche), und zwar, weil der Frühling bei uns jetzt begann, mit Frühlingsäquinoctium bezeichnete. Bei fortgesetzter täglicher Beobachtung der Sonne zeigte es sich aber bald, daß sie sowohl nicht mehr Morgens 6 Uhr auf- und Abends zur nämlichen Stunde unterging, als auch daß die Punkte ihres Auf- und Untergangs nicht ein und dieselbe Stelle am Horizonte beibehielten. Die Sonne ging nämlich vom 21. März an täglich merkbar früher auf und eben so später unter, und ihr Aufgangspunkt rückte vom Ostpunkte, so wie ihr Untergangspunkt vom Westpunkte täglich mehr dem Nordpunkte zu. Die Tage wurden stets länger, die Bögen, welche die Sonne am Himmel durchlief, immer größer und rückten immer mehr unserem Zenith zu, was sich an ihrem täglich höher hinaufrückenden Culminationspunkte am besten erkennen ließ; es schien, als wollte die Sonne zuletzt über unseren Scheiteln senkrecht hinweggehen.

Doch dem war nicht also. Mit dem 21. Juni hörten die Tage, welche bereits eine Länge von 16 Stunden 4 Minuten erlangt hatten, zu wachsen auf, und die Sonne ging vom Ostpunkte nicht mehr nördlicher auf und vom Westpunkte nicht mehr nördlicher unter. Wir hatten am genannten Tage den längsten Tag, und der Aufgangspunkt A der Sonne war von dem Ostpunkte, so wie ihr Untergangspunkt B von dem Westpunkte um den Bogen $AO = BW = 23^1/_2{}^0$ nördlich entfernt, oder die Morgen- und Abendweite der Sonne, wie jene Bögen genannt wer-

den, betrug die gleiche Anzahl Grade und war daselbst am größten. Aber fast schien es, als behielten die Tage gleiche Länge und die Sonne dieselben Auf- und Untergangspunkte, so daß sie in den Punkten A und B stille stehe, welchen Zustand unser Astronom mit dem lateinischen Worte Solstitium, und zwar, weil der Sommer bei uns sich einstellte, mit Sommersolstitium bezeichnete. Allein bald bemerkten wir doch, daß die Tage abnahmen und die Auf- und Untergangspunkte der Sonne südlich dem Ost- und Westpunkte zurückten. Es trat vom 21. Juni bis zum 23. Sept. die umgekehrte Erscheinung ein, welche wir vom 21. März bis 21. Juni hinsichtlich der Länge der Tage und des verschiedenen Auf- und Untergehens der Sonne, so wie der Durchwandlung ihrer Bahn am Himmel bemerkt hatten. Am 23. September war der Tag der Nacht an Dauer gleich und die Sonne ging im Ostpunkte O auf und im Westpunkte W unter; es war wiederum das Aequinoctium eingetreten, das Herbstäquinoctium, weil der Herbst bei uns seinen Anfang nahm. Nicht lange währte es aber, so entfernten sich der Auf- und Untergangspunkt der Sonne vom wahren Ost- und Westpunkte und rückten täglich mehr dem Südpunkte zu, die Bögen, welche die Sonne am Himmel durchlief, wurden stets kleiner, die Tage dadurch fortwährend kürzer, bis am 21. Dez., wo die Sonne bereits eine südliche Morgen- und Abend-Weite von $23\frac{1}{2}^{0}$ erreicht hatte, der Tag nur noch 7 Stunden 56 Minuten lang war. Die Punkte D und E bezeichnen die des Auf- und Untergangs der Sonne und da sie diese einige Tage wenig merklich änderte und die nämliche Bahn beizubehalten schien, bezeichnete man diesen Zustand mit Solstitium, mit Wintersolstitium, weil diese Jahreszeit bei uns jetzt gerade eintrat.

So wie vom 23. Sept. bis 21. Dez. die Auf- und Untergangspunkte der Sonne sich vom Ost- und Westpunkte immer südlicher entfernten, die Sonne täglich kleinere Bögen

am Himmel durchlief und die Tage stets kürzer wurden, so wurde dagegen vom 21. Dez. bis 21. März die Morgen- und Abendweite der Sonne stets kleiner, ihre Bahn am Himmel stets größer und nahmen die Tage beständig zu. Am 21. März ging die Sonne wiederum im Ostpunkte O auf, es trat das Frühlingsäquinoctium ein, und begann von da derselbe Kreislauf der Erscheinungen, welche wir ein Jahr hindurch am Himmel beobachtet hatten.

B. Beobachtungen bei Nacht.

a) Die Sterne.

§. 5.

Die Beobachtungen des Himmels, welche wir ein Jahr hindurch mit unserem Astronomen bei Tage machten und deren Resultat wir in den vorhergehenden §§. gaben, wurde keineswegs bei Nacht unterlassen, die noch vielmehr dazu geeignet als der Tag, wo die stolze Königin des Lichts durch ihren majestätischen Glanz alle andere Himmelskörper unserm Blicke entzieht und nur manchmal die sichel- oder nicht völlig kreisförmige Gestalt des Mondes, dessen wir vorhin gar nicht gedachten, im blassen Lichte erkennen läßt.

Von der Beobachtung der Sonne her gewohnt, unser Auge nach dem Ostpunkte des Himmels oder überhaupt nach Osten zu wenden, machten wir bald die Bemerkung, daß die daselbst am Horizonte befindlichen Sterne sich gleich der Sonne immer mehr und mehr über denselben erhoben und nach ihnen wieder andere am Horizonte zum Vorschein kamen. Am häufigsten und merklichsten geschah dieß in der Nähe des Ostpunktes selbst und verminderte sich von diesem aus nach Nord und Süd dergestalt, daß wir

im Nord- und Südpunkte gar keinen Stern am Horizonte hervortauchen sahen. Eben so bemerkten wir, daß in der westlichen Himmelsgegend immer mehr und mehr Sterne am Horizont verschwanden, daß dieß in der Nähe des Westpunktes am häufigsten und schnellsten, so wie wiederum am Nord- und Südpunkte gar nicht geschah.

Welcher Gedanke konnte sich uns bei diesem bemerkten Auf- und Untergang der Sterne eher aufdringen, als daß auch sie gleich der Sonne in bogenförmigen Bahnen am Himmelsgewölbe dahin ziehen? Die Beobachtung mehrerer der hellglänzenden Sterne von ihrem Aufgange in der Nähe des Ostpunktes an ergab, daß dieselben nach 12 Stunden in der Nähe des Westpunktes unter dem Horizonte verschwanden, nachdem sie in einem Halbkreise am Himmelsgewölbe vorübergezogen. Sterne, welche weiter vom Ostpunkte nach Süd hin am Horizont hervortraten, gingen eben so weit vom Westpunkte nach Süd entfernt unter, beschrieben Bahnen am Himmel, die kleiner als Halbkreise waren und verweilten kürzere Zeit als 12 Stunden über dem Horizonte, welche Erscheinungen alle mit denen bei der Sonne von der Zeit des Herbstäquinoctiums bis zur Zeit des Wintersolstitiums gemachten übereinstimmten. Dagegen beschrieben die Sterne, welche nördlich vom Ostpunkte aufgingen, insgesammt alle Bahnen, größer als Halbkreise, verweilten länger als 12 Stunden über dem Horizonte und dieß in dem Maaße, je weiter nördlich vom Ostpunkte sie am Gesichtskreis auftauchten, so daß endlich diejenigen Sterne, welche in der Nähe des Nordpunktes daselbst sichtbar wurden, am Himmel in fast vollkommenen Kreisen sich bewegten und gar nicht mehr untergingen. Endlich bemerkte man in der nördlichen Gegend des Himmels noch viele andere Sterne, welche gar nicht auf- und untergingen, und daher stets zu sehen waren; fand aber auch von diesen, daß sie sich in Kreisen am Himmel bewegten und zwar in concentrischen und um so kleineren, je näher sie einem

gewissen Punkte des Himmels, in dessen Nähe ein heller Stern sich befindet, zu stehen kamen. Dieser Punkt des Himmels, um welchen nicht nur diese stets sichtbaren, sondern, wie man bald bemerkte, überhaupt alle Sterne als um ihren gemeinschaftlichen Mittelpunkt sich drehen, heißt der Pol (πόλος, Wirbel, Angel) des Himmels und der helle Stern, dessen Bewegung fast unmerkbar und der diesem Punkte also sehr nahe stehen muß und für ihn selbst gelten kann, der Polarstern.

§. 6.

Die Lage der Sterne bei ihrer Umdrehung um den Pol blieb dabei stets die nämliche, so daß es schien, als wären sie alle an die große Himmelskugel gleichsam fest geheftet (daher Firsterne genannt) und nur diese drehe sich mit ihnen um ihre Achse, die Weltachse, deren einen Endpunkt wir in jenem unbeweglichen Punkte, den Pol, erkennen, deren anderer aber diesem am Himmel gerade gegenüber liegen muß und für uns unsichtbar ist. Und zwar heißt der für uns sichtbare Punkt der Himmelsachse wegen seiner Lage in der nördlichen Gegend des Himmels der Nordpol, auch Arktische Pol, weil er im Gestirn des kleinen Bären (ἄρκτος) sich befindet; der zweite nach Süden hin liegende Endpunkt derselben dagegen der Südpol, der Antarktische Pol.

Je weiter nun ein Stern bis zu einer gewissen Entfernung von dem Pole absteht, nm so größer ist der Kreis, den er täglich bei der Bewegung der Himmelskugel beschreibt; den größten Kreis aber beschreiben offenbar alle diejenigen Sterne, welche um 90°, oder den vierten Theil eines Kreises davon abstehen und sich in jenem größten Kreise befinden, der, von beiden Polen gleichweit entfernt, die ganze Himmelskugel in 2 gleich große Halbkugeln zer-

theilt und deßhalb **Himmelsäquator** genannt wird. Es sind dieß alle die Sterne, welche im wahren Ostpunte auf- und im Westpunkte untergehen und deren Bahn, wie wir aus früherer Beobachtung wissen, ein vollkommener Halbkreis ist.

Die Kreise, welche mit dem Himmelsäquator parallel die übrigen Sterne beschreiben und zwar innerhalb der Zeit, in welcher die Himmelskugel um ihre Achse sich dreht, d. i. während der Dauer eines Tages, heißen **Tagekreise** oder **Parallelkreise**, und damit man ihre Lage und damit die eines Sternes in denselben gegen den Aequator näher bestimmen kann, denkt man sich von jeden der Pole an den Aequator senkrecht herab größte Viertelkreise gezogen, sogenannte **Declinations-** oder **Stundenkreise**, und nennt den Abstand eines Sterns in demselben vom Aequator die **Declination**, so wie seine Entfernung vom Pol die Polardistanz des Sterns. Und zwar heißen beide Bezeichnungen der Lage eines Sterns **nördlich**, wenn der Stern sich in der nördlichen, und **südlich**, wenn er in der entgegengesetzten Himmelshalbkugel sich befindet; die Sterne im Aequator selbst haben keine Declination, aber 90° Polardistanz; die an den beiden Polen dagegen keine Polardistanz, aber 90° Declination.

Unter der **Höhe** eines Sterns versteht man, wie schon bemerkt, den Abstand desselben in seinem Verticalkreise vom Horizont. Mit der Bewegung des Sterns ändert sich aber dieselbe beständig, indem der Stern fortwährend in andere Verticalkreise tritt und, gleich der Sonne, immer höher in demselben zu stehen kommt, bis er im Meridiane seine größte Höhe erreicht hat (culminirt) und von da sich wieder allmählig zum Horizonte herabsenkt. Damit man aber doch die Lage des Sterns in Bezug auf den Horizont für eine gewisse Zeit bestimmen könne, so denkt man sich den Horizont als vollkommenen Kreis vom Südpunkte aus in der Richtung nach West in 360° eingetheilt und gibt

an, um wie viel dieser Grade der Verticalkreis, in welchem gerade der Stern sich befindet, von diesem Punkte absteht. Man nennt diesen Bogen das Azimuth des Sterns, welches, wie leicht ersichtlich, sich mit der Höhe bei jedem Stern beständig ändert, den Polarstern ausgenommen, dessen Höhe bei uns beständig gegen 50°, sein Azimuth aber 180° beträgt. Daraus ist ersichtlich, daß der Abstand des Pols von unserem Scheitelpunkt in dem durch beide hindurch gehenden Verticalkreis, oder die Zenithdistanz des Pols demnach 40° mißt, die des Aequators 50°, und die Höhe des Aequators wiederum 40°, so daß Polhöhe und Aequators-Zenithdistanz, so wie Pol-Zenithdistanz und Aequatorshöhe gleiche Größen sind. Unter Horizont ist hiebei stets derjenige Kreis gemeint, der uns den sichtbaren Theil des Himmels an der Erde abschneidet und welcher der scheinbare heißt zum Unterschied vom wahren Horizont, der mit dem scheinbaren parallel als größter Kreis durch den Mittelpunkt der Erde hindurchgeht.

§. 7.

Was nnn die Sterne selber betrifft, so erscheinen uns dieselben von verschiedenem Lichte, verschiedener Größe und ungleichmäßiger Vertheilung an dem großen Himmelsgewölbe.

In Bezug auf das Licht bemerkte unser Astronom, daß einige wenige große Sterne, die wir mit ruhig glänzendem Lichte zum Unterschiede von den unzähligen anderen mit funkelndem, blinkelndem Lichte erblickten, nicht zu den an einem und demselben Orte des Himmels verweilenden Fixsternen gehörten, sondern ihre Stelle änderten und, was wir später beobachteten, unter den Fixsternen in bestimmten Bahnen dahin wandelten, weßhalb man sie Wandel- oder Irrsterne, Planeten, nennt. Im Laufe unserer Beobach-

tungen lernten wir deren 11 kennen, von denen
den Alten bekannt waren, nämlich Merkur, Venus,
Jupiter, Saturn, die übrigen aber alle sehr klein u
durch gute Fernrohre sichtbar sind. Sie stehen jedo
gesammt mit unserer Erde in so nahem Zusamme
daß wir sie erst später näher betrachten werden, na
wir unseren Wohnort selbst besser kennen gelernt hab

Ihrer Größe nach theilt man die Fixsterne in ve
dene Classen ein, in Fixsterne erster, zweiter ꝛc. bis
ter Größe. Mit unbewaffnetem Auge sieht man n
die der ersten bis fünften Größe; scharfe Augen sehen
deutlich die der fünften bis achten, die der übrigen G
sind jedoch blos durch gute Fernrohre zu erkennen
werden deßhalb teleskopische Sterne genannt. Zu we
Grad der Größe selbst ein Stern gehöre, bestimmt
nach der Zeit seiner Sichtbarkeit, wenn die Sonne b
untergegangen ist, und versteht demnach unter Sterne
ster Größe diejenigen, welche dem unbewaffneten Auge
bar werden, wenn die Sonne erst 12°, unter Sternen
ter Größe, welche sichtbar, wenn die Sonne 13° ꝛc.
dem Horizonte sich befindet, so daß jeder Grad ihres
feren Standes eine nächst höhere Classe bezeichnet.
kürzere Zeit die Sonne erst untergegangen, desto helle
es noch und desto mehr Lichtstärke muß deßhalb ein S
besitzen, um unseren Augen kenntlich zu werden. Zu S
nen erster Größe zählt man unter den vielen Myriaden
selben nicht mehr als 18, zu denen der zweiten 63 un
denen der dritten 205 Sterne. Die der übrigen Gr
sind von größerer Anzahl, welche jedoch schwer genau
bestimmen, da über ihre Classification die Astronomen s
nicht immer einig sind.

Die Vertheilung der Sterne am Himmelsgewölbe
nicht nur der Anzahl überhaupt, sondern der Anzahl
größeren Sterne nach sehr ungleich. Manche Stellen
Himmels sind mit einem Heer von Sternen gleichsam

säet, was hauptsächlich von jenem Himmelsstreif, der sogenannten Milchstraße, gilt, deren Schein schon Demokrit (460 v. Ch.) durch den Schimmer von unzählig kleinen Sternen erklärt; dagegen andere Stellen fast sternarm zu nennen sind. Wieder andere Stellen sind mit verhältnißmäßig vielen großen Sternen ausgestattet, andere haben nur einen oder wenige solche Glanzpunkte in ihrer Mitte.

§. 8.

Aber gerade diese verschiedene Vertheilung der Sterne am Himmel der Anzahl und Größe nach, setzte schon unsere frühesten Vorfahren in den Stand, sich unter ihnen auszukennen. Man dachte sich nämlich gewisse Bilder am Himmel beschrieben, in welchen die einzelnen Sterne selbst, was hauptsächlich von den größeren gilt, bestimmte Stellen einnehmen, und erhielt so gewisse Gruppen von Sternen, Sternbilder genannt.

Schon die Alten kannten deren 52, von denen uns der Alexandrinische Astronom Ptolemäus (125—160 v. Ch.) in seinen Almageste durch das von Hipparch (140 v. Ch.) aufgenommene Sternverzeichniß in Kenntniß setzt. Es sind dieß folgende 48:

a) 12 Sternbilder in einem am Himmel gezogenen größten Streifen in der Nähe des Aequators, Thierkreis (Zodiacus) genannt, den wir erst später näher kennen lernen:

1) der Widder
2) der Stier
3) die Zwillinge
4) der Krebs
5) der Löwe
6) die Jungfrau
7) die Waage
8) der Scorpion
9) der Schütze
10) der Steinbock
11) der Wassermann
12) die Fische.

b) 21 Sternbilder nördlich vom Thierkreis:

13) die Cassiopaea
14) die Andromeda
15) der Cepheus
16) der Perseus
17) der Adler
18) der große Bär
19) der kleine Bär
20) der Bootes
21) der Ophiuchus
22) die Schlange
23) der Herkules
24) der Drache
25) die Leyer
26) der Pfeil
27) der Schwan
28) der Delphin
29) das kleine Pferd
30) der Pegasus
31) die nördliche Krone
32) der nördliche Triangel
33) der Fuhrmann.

c) 15 Sternbilder südlich vom Thierkreis:

34) der Orion
35) der große Hund
36) der kleine Hund
37) der Haase
38) der Eridanfluß
39) der Wallfisch
40) das Schiff
41) die Wasserschlange
42) der Becher
43) der Rabe
44) der Centaur
45) der Wolf
46) der Altar
47) die südliche Krone
48) der südliche Fisch.

Außerdem kannten die Alten noch:

49) den Antinous
50) das Haar der Berenice
51) die Plejaden od. d. Glucke
52) die Hyaden.

§. 9.

Zu diesen 52 Sternbildern der Alten gesellte man seit den letzten 3 Jahrhunderten noch 57 neue, theils in der nördlichen Halbkugel, theils in der südlichen, welche letztere erst seit dieser Zeit unserem Blicke zugänglich wurde. Es

sind dieß folgende, wovon die bis Nr. 90 incl. noch in unseren Gegenden, wenn auch einige nur zum Theil, sichtbar sind:

53) das Rennthier
54) der Erndtehüter
55) das Einhorn
56) der kleine Löwe
57) der Luchs
58) der Cameloпard
59) der polnische Stier
60) die Jagdhunde
61) das Herz Carl II.
62) die Eidechse
63) der kleine Triangel
64) die Fliege
65) die Friedrichsehre
66) der Brandenb. Scepter
67) die Georgsharfe
68) der Mauerquadrant
69) das herschl. Teleskop
70) die Taube
71) der Vogel Einsiedler
72) der Luftballon
73) das Mikroscop
74) die Buchdruckerwerkstatt
75) der Grabstichel
76) die Staffeley
77) die Katze
78) der chemische Apparat
79) die Elektrisirmaschine
80) die Bildhauerwerkstatt
81) der Schiffscompaß
82) das Teleskop
83) der Sextant
84) der Fuchs mit der Gans
85) der Delphin
86) der Sobieskische Schild
87) der Cerberus
88) das Lineal
89) der Berg Mänalaus
90) die Luftpumpe
91) der Indianer
92) der Kranich
93) der Phönix
94) der fliegende Fisch
95) der südliche Triangel
96) der Paradiesvogel
97) der Schwertfisch
98) das Chamäleon
99) die Pendeluhr
100) das Kreuz
101) der Zirkel
102) der Tafelberg
103) der Pfau
104) die amerikanische Gans
105) die große u. kleine Wolke
106) das rhomboidische Netz
107) die Eiche Carl II.
108) der Seeoktant
109) die Biene.

§. 10.

Auf diese Weise ist es nun Jedem, dem es um die Kenntniß des gestirnten Himmels zu thun ist, möglich gemacht, sich dieselbe durch eine gute Sterncharte oder einen richtigen Himmelsglobus zu verschaffen und unter den vielen Sternen sich nicht zu verirren, da selbst die Anzahl der zu jedem Sternbilde gehörigen Sterne bestimmt, alle einzelnen größeren mit Buchstaben oder Zahlen bezeichnet, ja die bedeutendsten sogar mit Eigennamen versehen sind. Letzteres gilt besonders von den 18 Fixsternen erster Größe, welche bis auf zwei an unserem nördlichen Himmel sich befinden: Sirius im großen, Prokyon im kleinen Hund, Kapella im Fuhrmann, Rigel und Beteigeuze im Orion, Wega in der Leyer, Aldebaran im Stier, Regulus und Denebola im großen Löwen, Kastor in den Zwillingen, Spica in der Jungfrau, Arkturus im Bootes, Antares im Scorpion, Athair im Adler, Fomahand im südlichen Fisch, Alphard in der Wasserschlange, Akarnar im Eridanus, Kanopus im Schiffe.

Akarnar und Kanopus allein sind uns unsichtbar; dagegen vergönnen uns in den Abendstunden des Februars dreizehn zugleich ihren erfreulichen Anblick.

§. 11.

Von den Sternbildern der Alten selbst schreiben sich viele aus den grauesten Alterthume her, wie zum Beispiele des Orions, des Wagens und der Glucke schon in den Büchern Hiob und Amos (Hiob 9, 9. 38, 31. Amos 5, 8) Erwähnung geschieht; die meisten jedoch verdanken ihren Ursprung den Griechen, welche durch sie das Andenken an ausgezeichnete Personen und merkwürdige Begebenheiten ꝛc. der Vergessenheit entreißen wollten. Diesem Beispiele folgte

man auch bei der Bezeichnung der neueren Sternbilder, nur mit dem Unterschiede,, daß man von berühmten Personen mit wenigen Ausnahmen Umgang nahm, und sich meist an neuere, gemeinnützige, großartige Erfindungen hielt, deren Namen wohl auf immer am Himmel mit jener Flammenschrift zu lesen seyn wird, wenn nicht vielleicht eine spätere Zeit auf eine Reformation des Himmels eingeht, wie deren schon einige vorgeschlagen wurden.

Ein Patricier zu Augsburg, Julius Schiller (1627) wollte aus Pietät an die Stelle der heidnischen Bilder die der Heiligen der Bibel gesetzt wissen, und zwar in die nördliche Halbkugel solche aus dem neuen und in die südliche aus dem alten Testamente; in der Sonnenbahn aber sollten die Bilder der 12 Apostel statt jener 12 bekannten Sternbilder der Alten prangen, der Apostel Petrus die Stelle des Widders, Andreas die des Stiers u. s. w. einnehmen; ein gewisser Professor Weigel zu Jena (1657) kam aber sogar auf den fast beispiellos lächerlichen Einfall, den Himmel mit den Wappen der europäischen Fürsten zu bedecken. Allein man ließ es bei solchen Vorschlägen, die doch nur Verwirrung herbeigeführt und wesentlich nichts genutzt hätten, bewenden, ging weder auf Schillers biblischen, noch Weigels heraldischen Himmel ein und behielt die alte Bezeichnung wohlweislich bei.

§. 12.

Noch wurden wir auf mehrere Sterne aufmerksam, deren scheinbare Größe wechselt, deßhalb **veränderliche** Sterne genannt, und auf eine sehr große Anzahl solcher, welche man durch das Fernrohr doppelt erblickt, **Doppelsterne**.

Zu ersteren gehört vorzüglich der helle Stern **Algol** im Medusenhaupte, der ohngefähr innerhalb 3 Tagen als

Stern von 2ter und 4ter Größe erscheint, und der Stern Mira im Wallfisch, welcher in einem Zeitraum von 332 Tagen von erster Größe bis zur 10ten wechselt, und deßhalb oft gänzlich verschwunden zu seyn scheint. Letzteres war auch wirklich bei einigen früher beobachteten Sternen der Fall, z. B. bei einem von dem Astronomen Kepler beobachteten Stern, der 1600 als Stern dritter Größe erschien, nach und nach an Glanz aber so verlor, daß er 1621 gänzlich unsichtbar war. Erst 1655 fand ihn der Astronom Cassini wieder als Stern 6ter Größe, welche ihm auch noch gegenwärtig zukommt. Athair im Adler war zu Ptolemäus Zeiten Stern dritter, jetzt ist er Stern erster Größe; was, so wie überhaupt die verschiedene Größe der Fixsterne vielleicht durch eine Achsendrehung derselben bei linsen- oder eyförmiger Gestalt veranlaßt werden mag. Manchmal erschienen auch neue Sterne am Himmel, welche eine Zeitlang an ein und derselben Stelle des Himmels sichtbar sind und dann wieder verschwinden. Merkwürdig in der Art ist der sogenannte Stern des Tycho und des Keplers — Astronomen, die wir erst später näher kennen lernen werden. Ersterer zeigte sich 1572 plötzlich im Sternbilde der Cassiopeia, übertraf am Glanze die hellsten Sterne des Himmels, so daß man ihn selbst bei Tage sah, und verschwand nach ohngefähr 2 Jahren wieder. Letzteren entdeckte Kepler 1604 im Ophiuchus, er glänzte als Fixstern dritter Größe und verschwand 1605 wieder.

Andere am Himmel neu erschienene Sterne zeichneten sich vor den übrigen auch durch eine eigenthümliche Gestalt aus und änderten gleich den Planeten, nur viel merkbarer, täglich ihre Stelle unter den Fixsternen. Man nennt sie Kometen oder Haarsterne, und ihrer soll später gedacht werden.

Jene hellen Stellen des Himmels, deren wir mit unbewaffnetem Auge mehrere erblickten, lösten sich durch das Fernrohr betrachtet, entweder in Sternhaufen

auf, oder es waren sogenannte Nebelflecke von verschiedener, auch kreisförmiger und elliptischer Gestalt, in welchem Falle man sie Nebelsterne nennt, wenn ein Stern in ihrer Mitte sich befindet. Einen sehr großen Nebelfleck sieht man selbst mit unbewaffnetem Auge im Sternbilde der Andromeda; der größte und schönste jedoch hat seine Stelle im Orion, in der Nähe seines Schwertes.

§. 13.

Die Milchstraße löst sich, wenn man den Beobachtungen des großen englischen Astronomen Herschel mit seinem 40 Fuß langen Riesentelescop Glauben schenken darf, in 225 Sternhaufen auf, und diese selbst wiederum größtentheils in Sterne, deren Anzahl er auf 20 Millionen schätzt. Und so sehen wir überhaupt nach allen Seiten stets mehr Sterne, je besser unsere Fernrohre sind. Es kann sich daher bei der Frage um die Anzahl der Sterne nur um die mit bloßem Auge sichtbaren handeln. Von diesen zählet man nun an unserem nördlichen Himmelsgewölbe gegen 7000, darunter 6200 von 5ter und 6ter Größe, welche alle nicht nur, sondern auch viele Sterne höherer Größen auf unseren sogenannten Himmelscharten oder Himmelsgloben genau verzeichnet und in Sternverzeichnissen eingetragen sind.

Schon Hipparch verfertigte ein solches Sternverzeichniß, wo er Anzahl, Lage und scheinbare Größe der Sterne der schon weiter oben erwähnten 48 Sternbilder der Alten angab, das uns Ptolemäus überlieferte und in Allem 1022 Sterne der 6 ersten Größen, nämlich 15 von der ersten, 45 von der zweiten, 208 von der dritten, 474 von der vierten, 217 von der fünften und 49 von der sechsten enthält. Seit dem Ende des sechszehnten Jahrhunderts wurden diese Verzeichnisse durch die Bemühungen mehrerer Astronomen immer vollkommener und genauer, die Himmelscharten und Himmelsgloben erhielten darnach

eine stets größere Vollkommenheit, so daß das Sternverzeichniß des Astronomen Bode, welches 1801 erschien, schon 17240 beobachtete Sterne zählt und der Sternenhimmel auf 20 große Charten verzeichnet ist.

b) Der Mond.

§. 14.

Jene bald sichel- bald kreisförmige Gestalt des Mondes, die wir schon bei unseren Beobachtungen am Tage manchmal im blassen Lichte erblickt, erregte unsere Aufmerksamkeit erst in vollem Maaße bei unseren nächtlichen Betrachtungen des gestirnten Himmels, an dem der Mond, als Beherrscher der Nacht, gleich der Sonne, der Königin des Tags, seine stille Bahn durchläuft und durch sein glänzendes Licht die sonst funkelnden Sterne nur bleich und dem Erlöschen nahe am hellen Himmelsgewölbe uns erkennen läßt.

Als vollkommen kreisrunde Scheibe (Vollmond) sahen wir den Mond sogleich nach dem Untergang der Sonne am 21. März, im Ostpunkte des Horizonts aufgehen; er befand sich um einen vollen Halbkreis von der Sonne entfernt im Sternbilde der Jungfrau, und zog mit diesem in einem halben Kreisbogen, gleich der Sonne, am Himmel in größter Pracht dahin. Am folgenden Tage ging der Mond ebenfalls ganz in der Nähe des Ostpunktes auf, allein gegen 50 Minuten später als Tags vorher und sein Standpunkt im Sternbild der Jungfrau war nicht mehr derselbe, sondern ungefähr 13° östlicher, gegen das Sternbild der Waage und gegen die Sonne gerückt. Diese Bemerkungen wiederholten sich den folgenden dritten Tag abermals: der Mond ging wiederum gegen 50 Minuten später auf und stand gleichfalls gegen 13° östlicher als

Tags zuvor; dabei war seine Gestalt nicht mehr vollkommen kreisrund, sondern schien an der rechten Seite abzunehmen.

Am siebenten Tage unserer Beobachtung ging der Mond erst um 12 Uhr Mitternachts in Gestalt eines an der östlichen Seite erleuchteten Halbkreises (Letztes Viertel) im Osten auf, stand schon vor 6 Uhr Morgens beim Sonnenaufgang bleich in der Mitte des Himmels, bis er Mittags 12 Uhr sich den Strahlen der Sonne gänzlich entzog, von der er nur noch um den vierten Theil seiner Bahn abstand. Sein Standpunkt war zu dieser Zeit im Sternbilde des Schützen. Täglich erschien hierauf der Mond später am Himmel, rückte der Sonne immer näher, und verlor an seiner westlichen Seite immer mehr an seiner Größe und Gestalt, bis er am 15. Tage gar nicht mehr für uns sichtbar wurde und zugleich mit der Sonne auf- und unter zu gehen schien (Neumond).

Allein schon nach einigen Tagen sahen wir den Mond wiederum in Gestalt einer schwachen Sichel einige Zeit nach Sonnenaufgang über den Horizont sich erheben, am Himmel im Zodiakus bleiche dahin wandeln und bald nach der Sonne im Westpunkte verschwinden. Und täglich nahm die Sichel an Größe zu, indem die östliche Seite derselben sich immer mehr füllte, ging täglich später, als die Sonne, auf und unter, bis der Mond am 22. Tage bereits als eine halbe Scheibe (Erstes Viertel) erst gegen Mittag am Horizont sichtbar wurde und noch die Hälfte der Nacht mit seinem milden Scheine uns erfreute. Vom Sternbild der Zwillinge aus, wo der Mond sich jetzt befand, suchte er sich täglich immer mehr von der Sonne zu entfernen, fuhr die halbe Scheibe an der östlichen Seite sich täglich stets mehr zu füllen fort und täglich später auf und später unterzugehen, bis wir am 30. Tage unserer Beobachtung dieselbe Erscheinung hatten, wie am ersten: der Mond ging nämlich mit Sonnenuntergang im Ostpunkte als vollkom-

men kreisrunde Scheibe auf (Vollmond), befand sich im Sternbilde der Waage, mit dem er am Himmel in einem halben Kreisbogen dahin zog, und ging mit Sonnenaufgang im Westpunkte unter. Weitere Beobachtungen zeigten, daß sich von nun an alle Erscheinungen hinsichtlich des Mondes in derselben Reihenfolge, wie wir sie innerhalb der 30 Tage beobachtet hatten, wiederholten, wovon uns zu überzeugen wir innerhalb eines Jahres, in welcher Zeit der Kreislauf der Erscheinungen an der Sonne wiederkehrt, über zwölf mal Gelegenheit hatten.

§. 15.

Die Bahn, in welcher der Mond tagtäglich fortrückte und welche er stets von Neuem durchwanderte, ist ein schon früher beim Aufzählen der Sternbilder erwähnter größter Kreis der Himmelskugel in der Nähe des Aequators, Thierkreis oder Zodiakus genannt (von ζώδιον, das Thier), weil die meisten der ihn bildenden 12 Sternbilder Thiere vorstellen. Die Wichtigkeit dieses Kreises erkannte schon das graueste Alterthum, so daß man gar keine Zeit seiner Eintheilung in die bekannten 12 Sternbilder, deren Folge man durch folgende lateinischen Verse: Sunt aries, taurus, gemini, cancer, leo, virgo Libraque, scorpius, arcitenens, caper, amphora, pisces leicht dem Gedächtniß einprägt, anzugeben vermag. Späterhin fügte man diesen Sternbildern auch noch besondere Zeichen bei und bezeichnete mit

♈	♉	♊	♋	♌	♍
Widder,	Stier,	Zwillinge,	Krebs,	Löwe,	Jungfrau,
♎	♏	♐	♑	♒	♓
Waage,	Scorpion,	Schütze,	Steinbock,	Wassermann,	Fische.

Es zieht sich aber dieser Kreis nicht mit dem Aequator am Himmelsgewölbe parallel dahin, sondern steigt bald über denselben herauf, bald senkt er sich unter denselben

hinunter, wodurch es geschieht, daß sich beide in zwei Punkten durchschneiden und 2 Sternbilder mit einander gemein haben. Ersteres geschieht einmal in dem Sternbilde der Fische, von dem aus die nächsten 5 Sternbilder des Thierkreises in einem Halbkreis oberhalb des Aequators liegen, und dann im Sternbilde der Jungfrau, von welchem aus die noch übrigen fünf in einem Halbkreis unterhalb des Aequators sich befinden.

C. Aus der Vergleichung der täglichen und nächtlichen Beobachtungen.

§. 16.

Was lag aber nach diesen Bemerkungen über die monatliche Bahn des Mondes im Vergleich mit denen, die wir über den Lauf der Sonne machten, wohl näher, als zu vermuthen, daß wohl auch die Sonne, welche selbst der scheinbaren Größe nach dem Monde so nahe kommt, nicht unbeweglich am Himmel stehe, sondern vielleicht dieselbe Bahn wie der Mond durchlaufe, indem sie, gleich wie er, während eines Umlaufs um die Erde zugleich gegen diese Richtung täglich eine Strecke gen Osten am Himmel weiter rückt, wie ein Schiffer, der, während er stromabwärts getrieben wird, in seinem Schiffe dem Strom entgegen geht oder wie eine Mücke, welche bei der Umdrehung einer Kugel von West nach Ost sich auf deren Oberfläche zugleich von West nach Ost bewegt?

Schon die Alten waren dieser Meinung und suchten sich auf folgende Art davon zu überzeugen. Sie beobachteten sorgsam das Sternbild, welches sich in der Nähe des Ostpunktes unmittelbar vor dem Aufgang der Sonne befand, und eben so das Sternbild, welches gleich nach dem Untergang der Sonne in der Nähe des Westpunktes sicht-

bar wurde. Zwischen beiden, dem der Sonne vorausgehenden und ihr zunächst folgenden Sternbilde schloßen sie mit Recht, mußte nothwendig die Sonne selbst ihre Stelle am Himmel einnehmen, und auf diese Weise wurde es bei der genauen Kenntniß des gestirnten Himmels nicht nur möglich gemacht, das Sternbild anzugeben, in welchem täglich die Sonne stand, sondern auch nach längerer Beobachtung die vollständige Bahn selbst zu bestimmen, welche die Sonne unter den verschiedenen Sternbildern während ihres Umlaufs am Himmel nimmt. Wie man vermuthete, geht diese denn auch wirklich durch dieselben Sternbilder hindurch, wie die des Mondes, welche letztere, da doch das Licht des Mondes nicht so stark ist, um seine nächste Umgebung dem unbewaffneten Auge gänzlich unsichtbar zu machen, im Allgemeinen leicht zu bestimmen ist. Die genauere Bestimmung der Sonnenbahn war freilich immer noch eine schwere Aufgabe, und es gehörten die sorgfältigsten, Jahrhunderte hindurch fortgesetzten Beobachtungen dazu, den täglichen Standort der Sonne und dadurch die Bahn, welche sie am Himmel zu durchlaufen scheint, und die aus gewissen, später zu erörternden Gründen Ekliptik heißt, ganz genau bestimmen zu können, zumal da die Sonne sich nicht vollkommen kreisförmig, sondern in Bezug auf den Beobachter täglich schraubenförmig bewegt, indem sie gerade so wie der Endpunkt der Kurbel, womit eine Schraube gedreht wird, zwar im Kreise rund herumläuft, allein sich auch zugleich parallel mit der Achse der Schraube etwas erhebt (vom 21. Dez. bis 21. Juni) oder sich senkt (vom 21. Juni bis 21. Dez.).

Doch vermochte man schon zu Aristarchs Zeiten, der 300 Jahre v. Chr. lebte, die Punkte genau anzugeben, in welchem die Ekliptik den Aequator durchschnitt, so wie die Punkte, in welchen sie ihren höchsten Stand nördlich oberhalb und südlich unterhalb des Aequators erreichte, oder wo sie ihre größte nördliche und südliche Declination hatte.

Es fielen aber damals erstere Punkte in die Sternbilder des Widders und der um 180° entfernten Waage, und letztere in die des Krebses und des Steinbocks, wo sie in dem durch sie gezogenen Declinationskreis $23\frac{1}{2}°$ vom Aequator entfernt waren, und dadurch den Winkel bezeichneten, unter welchem die Ebene der Ekliptik gegen die des Aequators geneigt ist (Schiefe der Ekliptik).

Aus gewissen Gründen, die wir erst später angeben können, befinden sich aber jetzt diese Punkte nicht mehr in den oben genannten Sternbildern des Widders und der Waage, so wie des Krebses und des Steinbocks, sondern in denen der Fische und der Jungfrau, und der Zwillinge und des Schützen. Dennoch aber behielt man die Zeichen ♈ und ♎ für die jedesmaligen Aequinoctialpunkte, so wie die Zeichen ♋ und ♑ für die sogenannten Wendepunkte bei, was bewirkt, daß nunmehr die Zeichen zu den Sternbildern selbst nicht mehr wie früher passen, und man im Zodiakus um ein Sternbild rückwärts rechnen muß, um das einem vorgegebenen Zeichen entsprechende Bild des Thierkreises zu finden.

§. 17.

Aber auch schon in diesen frühen Zeiten sah man den wesentlichen Nutzen ein, den man von diesen Punkten, hauptsächlich den beiden Durchschnittspunkten des Aequators und der Ekliptik, zur Bestimmung der Lage der verschiedenen Himmelskörper ziehen könnte, da diese sich mit dem ganzen Himmelsgewölbe gleichförmig bewegen und gegen die Fixsterne eine stets unveränderte Lage zu haben schienen. Man theilte nämlich von dem einen dieser Punkte, und zwar von dem mit ♈ bezeichneten, an, den Aequator nach Art der Kreisperipherie in 360 gleiche Theile oder Grade, und versteht unter dem Bogen, um welchen der Declinationskreis eines Sterns östlich von dem Zeichen ♈

absteht, die gerade Aufsteigung oder Rectascension dieses Sterns, wodurch nun dessen Lage gegen diesen Punkt vollkommen bestimmt ist. Dieselbe Eintheilung nahm man aber auch nichts destoweniger auf der Ekliptik vom Punkte ♈ anfangend vor und dachte sich durch die 360 Grade derselben senkrechte Kreise gezogen, welche sich nothwendigerweise zweimal durchschneiden und in ihren beiden Durchschnittspunkten die Pole der Ekliptik bezeichnen. Man nennt diese von dem Pole der Ekliptik an sie senkrecht gezogenen Kreise Breitenkreise und den Abstand eines Sterns in einem solchen Breitenkreis von der Ekliptik die Breite des Sterns, die östliche Entfernung aber des Breitenkreises selbst vom Zeichen ♈ in der Ekliptik, die Länge des Sterns; so daß wir demnach bereits 3 Arten kennen gelernt haben, die Lage eines Himmelskörpers zu bestimmen: nach Höhe und Azimuth, nach Declination und Rectascension, und endlich nach Breite und Länge.

§. 18.

Der Durchschnittspunkt des Aequators und der Ekliptik mit dem Zeichen ♈ (im Sternbild der Fische) hat als Punkt, von dem wir ausgehen und gegen den wir die Lage der übrigen bestimmen, weder Declination und Rectascension, noch Breite und Länge; was demnach gleichfalls für die Sonne, deren Bahn wir nun kennen und die vorher beobachteten Erscheinungen ihres Laufs darnach zu deuten vermögen, der Fall ist, wenn sie sich in ihm befindet. Es geschieht dieses aber für unsere nördliche Halbkugel am 21. März, wo die Sonne im wahren Ostpunkte aufgeht, unser Frühling beginnt und Tag und Nacht gleich lang sind, wodurch dieser Punkt der Ekliptik den Namen Frühlingsäquinoctialpunkt erhielt. Am nächsten Tage

hat die Sonne bereits schon den Aequator verlassen und ist etwas östlich vom Frühlingsäquinoctialpunkte über den Aequator in der Ekliptik heraufgerückt, so daß sie schon Declination und Rectascension zählt. Dieses Heraufrücken der Sonne in der Ekliptik über den Aequator und dieses östliche Entfernen vom Frühlingsäquinoctionalpunkte nimmt täglich zu, die Sonne geht deßhalb stets nördlicher vom Ostpunkte auf, und vom Westpunkte unter, beschreibt täglich größere Bögen und die Tage werden bis zum 21. Juni stets länger. An diesem Tage hat die Sonne in ihrer Bahn den oberhalb des Aequators am höchsten gelegenen Punkt, im Zeichen des Krebses (im Sternbild der Zwillinge) erreicht und befindet sich in einem vom Aequator um $23\frac{1}{2}^{0}$ entfernten Tagskreis, der, weil sie sich von hier aus dem Aequator wieder zuwendet, Wendekreis des Krebses heißt. Sie hat zugleich ihre größte Morgenweite erlangt, beschreibt am Himmel ihren größten Bogen, bringt uns dadurch den längsten Tag, und der Sommer beginnt für unsere Halbkugel. Vom 21. Juni bis 23. Sept. nimmt die Declination der Sonne wiederum ab, ihre Rectascension aber stets zu, so daß sie am letztgenannten Tage wieder im Aequator sich befindet, zwar keine Declination hat, aber vom Frühlingsäquinoctialpunkte um 180^{0} entfernt ist. Die Sonne steht im Zeichen der Waage (im Sternbild der Jungfrau), Tag und Nacht sind gleich, es beginnt für uns der Herbst, und der Punkt, in welchem die Ekliptik den Aequator durchschneidet, erhielt deßhalb die Benennung Herbstäquinoctialpunkt. Von diesem Punkte aus wendet sich die Sonne täglich mehr vom Aequator ab nach Süden. Ihre südliche Declination so wie ihre südliche Morgenweite wird täglich größer, sie beschreibt für uns stets kürzere, niedrigere Bögen, die Tage nehmen stets ab, bis die Sonne am 21. Dez. bereits bis zum Zeichen des Steinbocks (zum Sternbild des Schützen) hinabgerückt ist und ihre größte südliche Entfernung vom Aequa-

tor erreicht hat. Der Parallelkreis, in welchem sie sich dann befindet und von dem aus sie sich wieder dem Aequator zuwendet, führt den Namen **Wendekreis des Steinbocks** und ist um 23½°, die Schiefe der Ekliptik, vom Aequator entfernt. Die nördliche Halbkugel hat nun den kürzesten Tag, die Sonne steht am tiefsten, ihre Strahlen fallen am schrägsten bei uns auf und bringen uns damit den Winter.

Vom 21. Dez. bis 21. März steigt die Sonne wieder gegen den Aequator herauf, die Tage nehmen stets zu, die Sonnenbögen werden stets größer, bis endlich am 21. März die Sonne sich wieder im Frühlingsäquinoctialpunkte ♈ befindet, und den Kreislauf auf die so eben beschriebene Art von Neuem beginnt, zu dessen Vollendung sie ein volles Jahr gebraucht.

Der Frühlings- und Herbstäquinoctialpunkt, so wie die beiden Wendepunkte sind um 180° von einander entfernt und es lassen sich deßhalb größte Kreise der Himmelskugel durch sie gelegt denken. Man nennt aber den Declinationskreis, welcher durch die Aequinoctialpunkte, durch die Zeichen ♈ und ♎ geht, den **Kolur der Nachtgleichen**, so wie den Declinationskreis durch die Zeichen ♋ und ♑, den **Kolur der Sonnenwenden**.

§. 19.

Aenderte die Sonne das Jahr über ihre Stellung gegen die Fixsterne nicht, so würde man beim Anbruch jeder Nacht dieselben Fixsterne erblicken; da dieß aber nicht der Fall ist und die Sonne sich jährlich in einem größten Kreise an der Himmelskugel bewegt, von dem sie täglich eine kleine Strecke zurücklegt, so erklärt es sich nun auch, warum wir nicht überhaupt stets ein und denselben gestirnten Himmel und ein gewisses Sternbild zu einer bestimmten Zeit stets an demselben Orte des Himmels erblicken, sondern der

Himmel nach längerer Zeit der Beobachtung stets mit anderen sichtbaren Sternbildern (die nicht untergehenden ausgenommen) besäet ist und jedes Sternbild täglich später auf und früher untergeht, bis es sich längere Zeit unserem Blicke gänzlich entzieht. Letzteres ist für alle diejenigen Sternbilder hauptsächlich in der Nähe des Thierkreises der Fall, in denen oder ihrer Nähe sich gerade die Sonne während ihres jährlichen Kreislaufes befindet. Je mehr östlich sich die Sonne von einem solchen Sternbilde bis auf 180° entfernt, um so früher in der Nacht geht dasselbe auf und um so längere Zeit ist es sichtbar. Beträgt diese Entfernung der Sonne bereits den vierten Theil ihrer Bahn, so geht das Sternbild schon 6 Stunden vor Sonnenaufgang auf und culminirt, wenn die Sonne am Horizonte hervortritt; um 12 Stunden früher aber als die Sonne erscheint das Sternbild und ist in den Wintermonaten eben so lange uns sichtbar, wenn es gerade der Sonne diametral gegenüber an der großen Himmelskugel, also um 180° von ihr entfernt, seine Stelle einnimmt.

Was nun für eines dieser Sternbilder gilt, das gilt bei der Bewegung der Sonne für jedes, und somit für alle; so daß demnach der gestirnte Himmel zu verschiedenen Jahreszeiten in ganz anderen Gestalten sich uns zeigt, und stets andere Sterne der Sonne gegenüber sich befinden und deßhalb Mitternachts 12 Uhr in dem Meridiane des Beobachters culminiren. Nur einmal während der Dauer eines Sonnenumlaufs findet dieß für jeden Stern Statt, und die Zeit von einer solchen Culmination bis zur anderen bezeichnet die Länge des Jahrs, wie solches schon von den Alten richtig erkannt und seine Dauer darnach bestimmt wurde.

Heliakisch nennt man den Auf- oder Untergang eines Sterns, wenn derselbe in der Morgendämmerung auf- und in der Abenddämmerung untergeht, akronychisch geht der Stern auf, wenn es bei anbrechender Nacht und kosmisch geht er unter, wenn es bei Anbruch des Tags geschieht.

II. Das Sonnensystem.

A. Allgemeine Betrachtung und verschiedene Ansichten über das Sonnensystem.

§. 20.

Fassen wir nun Alles das, was wir bisher aus unseren Beobachtungen des Himmels gewonnen haben, zusammen und bemerken noch, daß die früher angeführten Planeten eben so, wie die Sonne und der Mond, nur die meisten in bei weitem längeren Zeiträumen, die Bahn des Thierkreises durchlaufen, so wird sich folgendes Resultat als Ansicht von dem Weltgebäude herausstellen: Fig. 17.

Ruhig und fest steht unsere Erde in der Mitte der großen Himmelskugel, die sich täglich mit Sonne, Mond und dem großen Heer der Sterne um unsere Erde herumdreht. Die nächste Umgebung der Erde bilden der Reihe nach der Mond, Merkur, Venus, die Sonne, Mars, Jupiter und Saturn, welche außer jener täglichen Bewegung mit dem ganzen Himmel von Ost nach West noch eine eigene zweite, ersterer entgegengesetzte, besitzen und innerhalb einer bestimmten Zeit von West nach Ost um die Erde als gemeinschaftlichen Mittelpunkt herumkreisen und mit ihr ein sogenanntes Planetensystem bilden.

Ptolemäus zu Alexandrien (130 n. Ch.) sprach diese Ansicht von dem Weltgebäude zuerst aus, nur daß er sich dabei jeden Planeten, so wie die Fixsterne mit einer

besonderen Sphäre in Verbindung dachte, welche eine vorhandene Urkraft in Bewegung setzte, und deßhalb heißt das ganze System nach ihm das Ptolemäische, das den Beobachtungen des Himmels zu Folge das angemessenste zu seyn und die täglichen Erscheinungen wie sie mit unseren leiblichen Augen beobachtet werden, am besten zu erklären scheint. Und so kam es denn, daß sich dieses System von den frühesten Zeiten an, (denn offenbar hatte man schon lange vor Ptolemäus dieselbe Ansicht vom Weltgebäude) bis in die Mitte des 16. Jahrhunderts mit wenig Aenderungen erhielt.

Letztere wurden von den Aegyptiern hervorgerufen, welche bald die Beobachtung machten, daß Merkur und Venus einmal wegen ihrer beständigen Nähe an der Sonne und zweitens, weil sie nie von der Erde aus der Sonne gerade gegenüber standen, und die Erde zwischen sich und der Sonne hatten, sich nicht direkte um die Erde bewegen, sondern zunächst unmittelbar um die Sonne und erst mit dieser um die Erde.

Nur eine einzige himmlische Erscheinung ließ sich nach dem Ptolemäischen System nicht erklären: daß nämlich die jenseits der Sonne befindlichen Planeten: Mars, Jupiter und Saturn, welche man die oberen nennt im Gegensatz zu den unteren, Merkur und Venus, sich nicht, wie diese in ihrer Bahn von West nach Ost gleichförmig fortbewegten, sondern bald stille zu stehen, bald sich sogar einige Zeit lang rückwärts von Ost nach West zu bewegen schienen (Rückwärtsgehen der Planeten); allein sie halfen sich hier durch mannigfach gekrümmte Bahnen, in welchen diese Planeten sich bewegen sollten, und dann war die Erscheinung überhaupt von zu wenig Bedeutung und die einmal gewonnene Ansicht vom Weltgebäude, die selbst durch das Ansehen der heiligen Schrift bestättiget zu seyn schien, den Nachkommen als zu gewisses und unantastbares Erbtheil vermacht, als daß man zu ihrer Erklärung sich nach einer

Verbesserung des Systems hätte umsehen und die einzelnen verschollenen Stimmen unserer ältesten Vorfahren hierüber wieder hätte hervorsuchen und näher erwägen sollen, was beim damaligen Verfall der Wissenschaften freilich nicht anders zu erwarten war.

§. 21.

Nikolaus Copernikus *) war der Erste, dem durch die Schriften der Alten die vererbte Ansicht von dem Weltgebäude verdächtigt wurde und der sie einer näheren Prüfung zu unterstellen wagte. Schon einige Pythagoräer (400 v. Ch.) waren nämlich der Meinung, daß nicht nur die Erde sich um ihre Achse drehe und die Himmelskugel unbeweglich stille stehe, welche auch der Indier Bramagupta in den Worten: »die Sternensphäre sey fest und die sich um sich bewegende Erde erzeuge so das tägliche Auf- und Untergehen der Planeten« aussprach, sondern daß selbst die Erde in einem Kreise sich bewege. **) Co-

*) Geb. 1472 zu Thorn in Preußen, studirte Anfangs Medicin, später zu Bologna Astronomie und bekleidete einige Zeit zu Rom die Professur der Mathematik. Anfangs des XVI. Jahrhunderts kehrte er wieder in sein Vaterland zurück, wo er als Domherr zu Frauenberg lebte und sein Lieblingsstudium, die Astronomie, mit aller Liebe weiter verfolgte. Er war bescheiden genug, seine Entdeckungen der gelehrten Welt blos als eine leichtere Rechnungsmethode zu empfehlen.

**) Cic. Acad. 2, 39. Hicetas Syracusius, ut ait Theophrastus, coelum, solem, lunam, stellas, supera denique omnia, stare censet; neque, praeter terram rem ullam in mundo moveri: quae quum circum axem se summa celeritate convertat et torqueat, eadem effici omnia, quasi stante terra coelum moveretur.

Diog. L. l. 8. Τὴν γῆν κινεῖσθαι κατὰ κύκλον πρῶτον εἰπεῖν φασιν Φιλόλαον· οἱ δὲ Ἱκέταν Συρακούσιόν φασιν.

pernikus verfolgte diese Gedanken weiter und erst nach sechs und dreißigjährigen Beobachtungen und Untersuchungen getrauete er sich, überzeugt von der Wahrheit und Einfachheit seines Systems, das alte Ptolemäische umzustoßen und als neue Ansicht von dem Weltgebäude in seinem im Jahre 1543 zu Nürnberg gedruckten Werke: **De revolutionibus orbium coelestium** hinzustellen: Fig. 18.

Ohne fortschreitende Bewegung steht die Sonne in der Mitte des Weltalls und um sie kreisen der Ordnung nach in verschiedenen Entfernungen die Planeten Merkur, Venus, die Erde mit dem Monde, Mars, Jupiter und Saturn. Ueber den Planeten befinden sich in ungleicher, unermeßlicher Ferne die Fixsterne, und sowohl diese als unsere Sonne und die Planeten drehen sich um ihre Achsen.

Aus letzterer Bewegung erkläre sich die scheinbare tägliche Umdrehung des ganzen Himmelsgewölbes um unsere Erde, und aus ersterer die ebenfalls scheinbare jährliche Bahn der Sonne um die Erde, indem die Erde diese Bahn um die Sonne beschreibe und sich stets in dem diametral gegenüber liegenden Punkte der Ekliptik befinde, in welchem wir die Sonne erblicken.

Nicht leicht mochte wohl eine Entdeckung größeres Erstaunen und größere Bestürzung verursacht haben, als die so eben ausgesprochene des Copernikus. Eine Jahrtausende für wahr gehaltene Ansicht von einer der wichtigsten Erscheinungen in dem großen Gebiete der Natur sollte als auf bloßem Schein beruhend als unwahr betrachtet und mit einer anderen, richtigen ersetzt werden!

Das ging nicht so leicht! — mußte doch jeder der Zeitgenossen Copernikus als bisher in grobem Irrthum befangen vor dem Entdecker des neuen Systems sich hinstel-

len, wozu sich der geistige Hochmuth des Menschen, der so ungerne seinen Irrthum zugibt, nicht so leicht bequemen konnte! Daher fand das neue System, dessen merkwürdige Einfachheit wohl Allen eingeleuchtet haben mag, Anfangs wenig Anhänger und fing erst im 16. Jahrhunderte an, allgemeinen Eingang sich zu verschaffen.

Als der größte und bedeutendste Gegner desselben trat vor Allem die Geistlichkeit auf, nicht sowohl zur Rechtfertigung ihrer Wissenschaftlichkeit, als des Ansehens der heiligen Schrift. Wie sollten sich nämlich die Wunder Josuas (Josua 10, 12—13), wo er die Sonne stille stehen hieß, und biblische Ausdrücke wie in

Ps. 19, 6. »Die Sonne geht heraus, wie ein Bräutigam aus seiner Kammer und freut sich wie ein Held, zu laufen den Weg; sie geht auf an einem Ende des Himmels und läuft um bis wieder an dasselbe Ende«

oder Ps. 119, 90. »Du hast die Erde zugerichtet und sie bleibt stehen«

oder 1 Chron. 17, 30. »Es fürchte ihn alle Welt, er hat den Erdboden bereitet, daß er nicht bewegt wird«

mit der Wahrheit des neuen Systems vereinigen lassen?

Copernikus selbst sollte die Härte dieses Gegners nicht empfinden, denn er starb, als er eben ein Exemplar seines obigen Werks erhalten hatte; wohl aber spätere Vertheidiger seines Systems, besonders Galiläus Galiläi, der sich desselben besonders annahm.

§. 22.

Denn wenn es auch zur Steuer der Wahrheit zugegeben werden muß, daß keiner der Beweise, deren sich Copernikus zur Bestättigung seiner Weltansicht bediente, vollkommen mathematische Gewißheit hatte, wie solches bei dem damalig noch geringen Standpunkte der mathematisch-

astronomischen Kenntnisse und der Mangelhaftigkeit der astronomischen Instrumente wohl kaum zu erwarten war, und so sehr das neue System noch einer bedeutenden Nachhilfe bedurfte, die ihm auch bald durch Keplers Genie und Fleiß zu Theil werden sollte; so waren die Gründe dafür doch gewiß hinreichend, jeden einzelnen, der sie einer genauern Prüfung unterwarf, subjectiv von ihrer Richtigkeit und somit von der des neuen Himmelssystems zu überzeugen. Nichts desto weniger schrieen jetzt ganze Schaaren von Gelehrten und Ungelehrten, die sich früher nie um Astronomie bekümmert und selbst nicht die geringsten Vorbegriffe davon hatten, gegen das copernikanische System; ja es kam so weit, daß man die als Ketzer verdammte, welche die Bewegung der Erde annahmen und dem neuen Systeme huldigten.

Dieses Loos wurde dem Galiläus Galiläi zu Theil. Er wurde als Anhänger des neuen Systems von den Dominikanern der Ketzerei beschuldigt, vor die Inquisition gerufen und mußte (1615) förmlich abschwören. Späterhin erklärte er sich jedoch, theils um sich zu rächen, theils seine Schwachheit wieder gut zu machen, in einer (1632) herausgegebenen Schrift wiederum für das copernikanische System, was zur Folge hatte, daß die römische Geistlichkeit ihn nach Rom vorlud und ihm (23. Juni 1632) in der Dominikanerkirche die Lehre von der Bewegung der Erde abschwören ließ. Galiläus schwur ab; soll aber in dem Augenblicke seines Aufstehens von der Erde, mit zur Erde gesenktem Blicke und mit dem rechten Fusse auf die Erde stampfend gesagt haben: »sie bewegt sich dennoch.«

Er starb 1642 auf seinem Landgute Acreti im Florentinischen als völlig blind; 1737 wurde sein Leichnam ausgegraben und in ein marmornes Grabmal gelegt.

§. 23.

Aber selbst Männer vom Fache, wie der damals berühmte kaiserliche Astronom Tycho de Brahe (ein Däne von Geburt 1546—1601) zu Prag erklärten sich, vielleicht aus Furcht, gleiches Schicksal mit Galiläi zu theilen, oder aus Eifersucht, gegen das copernikanische System. Letzterer ging selbst, durch seine eigenen Beobachtungen überzeugt, daß die Sonne und nicht die Erde der Mittelpunkt wenigstens der übrigen Planetenbahnen sey, noch weiter und stellte dem copernikanischen Systeme gegenüber ein anderes auf, das wenigstens nicht in den vermeintlichen Widerspruch mit der heiligen Schrift kommen sollte.

»Die Erde, sagt Tycho, steht (Fig. 19) unbeweglich in der Mitte der Himmelskugel fest, hat weder Achsenbewegung, noch durchläuft sie eine Bahn am Himmel; um sie kreist zunächst der Mond, dann die Sonne im Gefolge aller übrigen Planeten, die um sie (die Sonne) als ihren gemeinschaftlichen Mittelpunkt sich drehen; alle Himmelskörper insgesammt aber bewegen sich täglich um die Erde als den Mittelpunkt des Weltalls.«

Daß dieses System dem copernikanischen gegenüber, welches von den Erscheinungen am Himmel zunächst ganz abgesehen, wenigstens die Gesetze der einfachen Ordnung und Analogie für sich hatte, keine Anhänger finden konnte, war wohl vorauszusehen. Sein Erfinder soll dasselbe selbst nicht mit Ueberzeugung angenommen haben, weßhalb ihn entweder der Vorwurf der Eitelkeit *), oder der Furcht vor der Geistlichkeit wohl mit Recht zu treffen scheint. Wie sollte auch ein außerdem so sorgfältig beobachtender und um die Fortschritte in der Astronomie so verdienter Gelehrte nicht ein-

*) Die Worte, die er am Abend seines Alters oft ausrief: ne frustra vixisse videar, ließen die Deutung zu, daß blos Eitelkeit ihn zur Aufstellung des neuen Systems bewog.

gesehen haben, daß sein neues System so wenig für sich sprechend hatte und noch weniger einfacher als selbst das Ptolemäische sey? Denn wahrhaftig, hätte jener spanische König, Alphons der Weise (1252—1284), ein großer Freund der Astronomie, dasselbe Urtheil über das Tychonische System gefällt, wie es über das Ptolemäische der Fall war: »wenn Er bei erster Einrichtung der Welt seinen Rath hätte ertheilen können, so möchte manches besser geworden seyn«, es dürfte weniger frevelhaft und anmassend erscheinen.

§. 24.

Weit also entfernt, dem copernikanischen Systeme zu schaden, trug das vom Tycho aufgestellte nur zur besseren Begründung desselben bei. Denn einmal gab Tycho die Bewegung der übrigen Planeten um die Sonne zu, und dann leisteten die verschiedenen, von ihm gemachten astronomischen Beobachtungen, die er seinem Nachfolger an der kaiserlichen Sternwarte zu Prag, dem berühmten Kepler hinterließ, nicht nur zur Bestättigung, sondern auch zur Vervollkommnung der copernikanischen Weltansicht wesentliche Dienste.

Denn Kepler erkannte nicht nur das copernikanische System an, sondern erweiterte und vervollkommnete dasselbe noch vielmehr durch die Entdeckung jener ewig denkwürdigen drei Gesetze, nach welchen sich die Planeten um die Sonne bewegen, und die zur Ehre ihres Entdeckers, die Keplerischen genannt werden. Es sind aber folgende:

1) Die Planeten bewegen sich nicht in kreisförmigen Bahnen um die Sonne, wie Copernikus glaubte, sondern in elliptischen, d. i. in Bahnen von der Form ein wenig zusammengedrückter Kreise, in deren ei-

nem Brennpunkte die Sonne sich befindet.

2) Die Planeten bewegen sich in ihren Bahnen mit einer solchen Geschwindigkeit, daß wenn man vom Centrum der Sonne zum Centrum eines Planeten eine gerade Linie gezogen denkt, und dieses in gleich weit von einander liegenden Zeiten wiederholt, auch die Flächenräume der Planetenbahn zwischen je zwei solchen Linien einander gleich sind; oder die von der Sonne nach verschiedenen Planetenörtern gezogenen Linien, Radii vectores genannt, schneiden solche elliptische Flächenräume aus, daß sie den Zeiten proportional sind, in welchen der Planet die zwischen diesen Oertern liegenden elliptischen Bögen seiner Bahn durchläuft.

Daher kommt es, wie wir später sehen werden, daß sich die Erde in der Sonnenferne langsamer bewegt, als in der Sonnennähe und uns Bewohnern ihrer nördlichen Halbkugel dadurch den Frühling und Sommer um 8 Tage länger macht, als den Bewohnern der südlichen.

3) Die Quadrate der Umlaufszeiten von je zwei Planeten verhalten sich zu einander wie die Würfel der großen halben Achsen oder der mittleren Entfernungen.

Merkur bewegt sich in runden Zahlen angenommen, innerhalb 88 Tagen, die Erde in 365 Tagen um die Sonne; beträgt nun die mittlere Entfernung Merkurs von der Sonne c. 8080000 geog. Meilen, so finden wir dergleichen mittleren Abstand der Erde von ihr durch die Proportion:

$$88^2 : 365^2 = 8080000^3 : x^3$$

$$7744 : 133225 = 527514112000000000000 : x^3$$

$$x^3 = c.\ 20860000 \text{ geog. Meilen.}$$

Nunmehr war die Wahrheit des copernikanischen Systems so fest begründet, daß es im Laufe des siebenzehnten Jahrhunderts von allen wahren Astronomen als das allein richtige angenommen und nur noch von Halbgelehrten bezweifelt wurde. Seit dieser Zeit fand man aber nicht nur mehrere neue Beweise für die Richtigkeit desselben, sondern der große englische Gelehrte Newton ging sogar so weit, die Nothwendigkeit desselben, so wie es ist, aus dem Vorhandenseyn einer allgemeinen Naturkraft, der Schwere, mit mathematischer Schärfe und Genauigkeit gründlich darzuthun und dadurch des geringsten Zweifels an demselben uns zu überheben.

§. 25.

Doch nicht genug, daß wir nun wissen, daß das ptolemäische System als das unrichtige vom copernikanischen mit Recht verdrängt und letzteres jetzt zur allgemeinen Giltigkeit erhoben wurde: wir wollen auch die Gründe kennen lernen, weßhalb man jenes verwarf und für dieses sich erklärte, und daraus lernen, daß wir die Erde wohl nicht mit mehr Recht als den Mittelpunkt des Weltalls zu betrachten berechtigt sind, als ein Infusionsthierchen, dem ein Tropfen seine Welt ist, den Ocean nur um seinetwillen vorhanden glaubt.

Allein diese Gründe stehen zunächst mit der Gestalt und Größe unserer Erde, womit sich unsere ältesten Vorfahren schon vielfach beschäftigt haben, in so naher Verbindung, daß es wohl nöthig ist, vorerst unseren Wohnort selbst, den wir doch mit Händen fassen und begreifen können, etwas näher zu betrachten und vor Allem seine Ge-

stalt und Größe, von denen wir uns freilich nicht durch sinnliche Anschauung, noch überhaupt durch einen Sinn überzeugen können, in nähere Untersuchung zu ziehen.

B. Die Erde, als das von uns vor Allem zu betrachtende Glied des Sonnensystems.

a) Die Gestalt und Größe der Erde.

§. 26.

Die älteste Vorstellung von der Gestalt der Erde mag wohl im Allgemeinen die einer weit ausgedehnten Kreisebene gewesen seyn, wie sich dieselbe auf dem ersten Anblicke uns darstellt; und die Geschichte lehrt auch, daß man wirklich in dem Zeitalter Homers (950 v. Ch.) und viele Jahrhunderte nach ihm die Erde als eine runde, teller- oder schüsselförmige, feststehende Scheibe betrachtete, welche rings vom Ocean umgeben sey, der ohne Quelle und ohne Ende ruhig und gleichförmig fortfließe, stets wieder in sich zurückkehre und in dem die Sonne, deren Zischen man dabei vernommen, untertauche, um während der Nacht durch die hyberboreischen Gegenden zum Aufgangspunkte zurück zu kehren. Selbst der spätere Weltweise Thales (650 v. Ch.) nahm die Erde als runde Scheibe an, die vom kugelförmigen Himmelsgewölbe wie der Dotter eines Eyes von der Schaale eingeschlossen und vom Wasser getragen würde.

Aber auch andere Vorstellungen von der Gestalt der Erde fanden Statt. So lehrten die Chaldäer, die Erde sey einem auf dem Oceane schwimmenden Schiffe ähnlich; Anaximander schrieb ihr die Form einer Säule mit platter Oberfläche, Kleantes einer unterwärts gekehrten Pyramide, Leucipp einer Glocke oder Walze und Plato eines Würfels zu; Xenophanes gab ihr Wurzeln, die

sich ins Unendliche erstreckten, zur Unterstützung; die Indier aber meinten gar, die Erde ruhe auf Elephanten. Und so ungereimt auch diese Vorstellungsarten waren, sie erhielten sich doch lange Zeit. Denn erst Pythagoras (540 v. Ch.) stellte den Satz auf, daß die Erde eine Kugel sey, und damit stimmen auch wir im Allgemeinen überein, einmal, weil wir voraussetzen, daß ihr die Natur, die bei all ihrem Reichthum dennoch die größte Sparsamkeit beobachtet, und Alles auf dem möglichst kürzesten Weg zu erreichen sucht, diejenige Form beigelegt haben werde, welche bei gleicher räumlicher Masse die größte Oberfläche darbietet, und dann, weil wir folgende genügende Beweise dafür anzuführen im Stande sind.

§. 27.

1) Wo wir uns auch auf der Erde befinden, hauptsächlich aber auf dem Meere, überall erscheint uns dieselbe als runde, kreisförmige Scheibe; dieses kann aber nur bei einem Körper der Fall seyn, der eine kugelförmige Gestalt hat, denn nur dessen Oberfläche erscheint von allen Seiten betrachtet, immer kreisförmig.

2) Am Ufer des Meeres, allwo man das größte Stück der Erdoberfläche übersehen kann, erblickt man ein aus großer Ferne herbeikommendes Schiff nicht sogleich in seiner ganzen Gestalt und Größe, sondern zuerst blos die höchsten Theile desselben, seine Flaggen und Masten. Je näher es kommt, um so mehr werden auch seine unteren Theile sichtbar, bis man endlich das ganze Bild davon erhält. Wäre das Meer eine horizontale Fläche, so würden wir gleich Anfangs das ganze Schiff, wenn auch wegen der größeren Entfernung nur von geringerer Größe als in der Nähe sehen; so aber läßt sich diese Erscheinung blos aus einer bogenförmigen Krümmung des Meeres, und da

man mit den Spitzen hoher Thürme und Berge von großen Ebenen aus gesehen, dieselbe Beobachtung macht, aus einer gleichen Krümmung auch des Festlandes erklären.

3) Ein gegen Norden Reisender macht nach längerer Zeit die Erfahrung, daß in der nördlichen Gegend des Himmels immer mehr Sterne sichtbar werden, die er früher nicht sah, und dagegen in der südlichen Gegend des Himmels von den früher gesehenen stets mehr verschwinden. Die nördlichen Sternbilder rücken dabei immer näher an das Zenith des Beobachters herauf, während die südlicheren stets eine geringere Höhe über dem Horizont erhalten.

Die umgekehrte Erscheinung bietet sich dem gegen Süden Reisenden dar, und beide lassen sich nur durch eine wenigstens bogenähnliche Gestalt der Erdoberfläche von Norden gegen Süden erklären.

Denn wäre die Erde eine Ebene, so würden wir nicht nur stets ein und dieselben Sterne sehen, wie weit wir auch unsere Reisen auf derselben ausdehnen möchten, sondern wir müßten auch, um z. B. zwei verschiedene Sterne über unseren Scheitel zu bringen, die ganze Entfernung beider am Himmel auf der runden Scheibe durchwandern, welche, wie wir später sehen werden, unermeßlich groß ist. Da dem aber nicht so ist, und schon bei einer Reise von mehreren Tagen andere Sterne in unserem Zenith sich befinden, so läßt sich dieß blos durch die Annahme einer kugelförmigen Fläche, auf welcher man die Reise macht, erklären. Der Beobachter behält nämlich auf der Erdoberfläche stets einen senkrechten Stand, d. h. die von seinem Haupte nach den Füssen gezogene Linie geht verlängert durch den Mittelpunkt der Erde, und sein Zenith bestimmt sich demnach durch den vom Mittelpunkt der Erde aus durch seinen Standort hindurchgehenden, bis an die Himmelskugel verlängerten Erdhalbmesser. Je weiter nun die Himmelskörper von uns

entfernt sind, um eine so kleinere Entfernung in einem solchen von Süd nach Nord gezogenen Bogen unserer Erde reicht schon hin, zwei verschiedene an der Himmelskugel weit von einander abstehende Sterne nach einander über unseren Scheitel zu bringen.

4) Aber nicht blos von Nord nach Süd ist unsere Erde bogenförmig gekrümmt, sondern auch von Ost nach West, und kann demnach keine andere als kugelförmige Gestalt, (die in Nro. 3. angeführten Erscheinungen hätten sich auch aus einer walzenförmigen, wie Leucipp ihr beilegte, erklären lassen) haben. Denn wäre die Erde eine Ebene, so müßte die aufgehende Sonne, so wie der Mond sie ganz mit einem Male bescheinen, wie ein unter einer Tafel hervorgebrachtes Licht dieselbe von einem Ende bis zum anderen plötzlich beleuchtet. Da nun aber den ostwärts von uns wohnenden Menschen die Sonne früher, so wie den westwärts wohnenden später als bei uns aufgeht, und die Erdoberfläche demnach nur nach und nach erleuchtet wird, so muß die Erde in der Richtung von Ost nach West bogenförmig gekrümmt seyn, da nur bei einem dergestalt geformten Körper die angeführten Erscheinungen eintreten können.

5) Eine Mondsfinsterniß, wie später erörtert wird, entsteht, wenn die Erde in gerader Linie zwischen Sonne und Mond zu stehen kommt und ihren Schatten auf die Mondscheibe wirft. Dieser Schatten ist nun in allen Stellungen der Erde gegen die erleuchtete Sonne und bei der Umdrehung der Erde um ihre Achse stets rund, und kann deßhalb weder von einem eyrunden, walzen- oder kegelförmigen, sondern nur von einem kugelförmigen Körper ausgehen.

6) Auch die übrigen Planeten, die, wie wir bereits wissen, mit unserer Erde in näherer Verbindung stehen, sind kugelförmige Körper, indem sie sich in jeder Stellung und Lage und bei ihrer Achsenbewegung stets als runde

Scheiben zeigen; warum sollte denn unsere Erde hievon eine Ausnahme machen und nicht eine ihnen analoge Gestalt haben, zumal da die Kugelgestalt von den Geometern längst als die vollkommenste geprießen ist?

7) Seit länger als dreihundert Jahren wurde unser Wohnort von mehreren Seefahrern oftmals umschifft. Dieselben behielten, so weit es das feste Land erlaubte, stets einerlei Richtung bei, und so geschah es, daß sie, ohne umzuwenden, wieder zu dem Punkte zurückkehrten, von dem sie ausgegangen waren. Gewöhnlich geschahen diese Seereisen von Ost nach West, so daß also wenigstens in dieser Richtung die Erde eine kugelähnliche Gestalt haben muß. Man fuhr meist von Europa aus durch das Atlandische Meer nach den Küsten von Amerika; durch die Magellans-Strasse oder um das Cap Horn herum in das große Weltmeer, von da durch das indische Meer und kehrte von diesem aus um das Vorgebirge der guten Hoffnung durch das Atlandische Meer wieder nach Europa zurück.

Der erste Weltumsegler war der Portugiese Ferdinand Magellan, welcher auf spanischen Schiffen am 10. Aug. 1519 von Sevilien auslief. Er entdeckte die seinen Namen führende Strasse ins stille Meer, ferner die Ladronen und andere Inseln, und verlor auf der philippinischen Insel Sebu sein Leben, so daß zwar nicht er selbst, aber eines seiner Schiffe, das beständig westwärts lief, die Reise vollendete, indem dasselbe am 7. Sept. 1522 wieder in dem Hafen St. Lucas bei Sevilien ankam.

Nach ihm umschiffte zunächst der Engländer Franz Drake, (1577—1580) den wir das unschätzbare Geschenk der Kartoffeln verdanken, die Erde, und bald nach ihm bis auf die neueste Zeit noch viele andere, deren berühmteste Namen ohngefähr folgende sind:

Thomas Cavendish (1586—88)
Georg Spilberg (1614—17)
William Dampier (1683—1705)

Wood Rogers (1708—11)
(Findet Robinson Crusoe auf der Insel Juan Fernandez, wohin er 4 Jahr vorher ausgesetzt worden.)
Roggewein (1721—23)
Georg Anson (1740—44)
John Byron (1764—66)
Wallis u. Carteret (1766—69)
Cook (1768—71) (1772—75) (1776—79)
La Peyrouse (1785—88)
Baudin (1800—1803)
Krusenstern (1803—1806)
Kotzebue (1815—18) (1823—26)
Freycinet (1817—20)
Duperrey (1822—25)
Dumont d'Urville (1826—29)
Laplace (1830—32)
Meyen (1830—32)

Durch diese Seereisen ist zugleich die Möglichkeit, daß es Erdbewohner gebe, die um den Durchmesser der Erde uns gegenüber wohnen und uns die Füsse zukehren, (Antipoden) erwiesen und der Einwurf, den man, weil man solches nicht für möglich hielt, gegen die Kugelgestalt der Erde hierauf gründete, beseitigt worden. Eine aufrechte Stellung ist keine andere, als bei welcher man mit den Füssen auf der Erde steht und das Haupt gen Himmel richtet. Eine solche haben aber die Antipoden stets mit uns gemein. Der Mittelpunkt der Erde ist das eigentliche Unten und die den Erdboden umgebende Luft das Oben.

§. 28.

Wenn nun aber auch durch die so eben angeführten Erscheinungen es außer Zweifel gesetzt ist, daß unsere Erde, allgemein betrachtet, die Gestalt einer Kugel habe und man eigentlich auch nur nach ihrer Gestalt im Allgemeinen fragen und nur diejenige Oberfläche derselben darunter verstehen kann, welche das Wasser annehmen würde, wenn es die ganze Erde bedeckte, indem es mathematisch genommen ganz ungereimt ist, nach der Form eines Körpers zu fragen, der, wie der Augenschein lehrt, so viele Unregelmäßigkeiten zeigt und selbst täglich neuen Veränderungen unterworfen ist; so fragt es sich denn doch, ob diese Gestalt nicht näher, wenn auch gleichfalls nur im Allgemeinen und abgesehen von den in Betracht zu ihrer Größe dennoch verschwindenden und unmerkbaren Unregelmäßigkeiten, bestimmt werden könne, und ob nicht Gründe vorhanden sind, der Erde eine von der Kugelgestalt etwas abweichende zu zuerkennen.

Der als fünfte Beweis für die Kugelgestalt der Erde im vorhergehenden §. gegebene ist von den angeführten der einzige, der uns über ihre eigentliche Gestalt näher belehren könnte; allein leider sehen wir den Rand des Erdschattens zu wenig genau begrenzt und vom ganzen Bild der Erde selbst zu wenig, als daß wir daraus über die genauere Gestalt derselben sichere Schlüsse herleiten könnten. Man mußte sich deßhalb nach anderen Gründen zur näheren Bestimmung ihrer Gestalt umsehen, und da mag wohl die Beobachtung, daß mehrere der Planeten, durch gute Fernrohre betrachtet, nicht als vollkommen kreisförmige, sondern etwas zusammengedrückte, elliptisch geformte Scheiben erscheinen, zuerst auf eine sphäroidische Gestalt auch unserer Erde geführt und eine genauere Untersuchung auf diese analoge Voraussetzung hin veranlaßt haben. Und wirklich war man denn auch so glücklich, bald die Abwei-

chung der Gestalt der Erde von der einer Kugel einzusehen und selbst mit mathematischer Gewißheit bestimmen zu können, daß die Erde ein Sphäroid, d. h. eine an beiden Polen etwas platt gedrückte Kugel sey.

§. 29.

„Als der Hand des Allmächtigen die Welten alle entquollen,“ konnte dieß wegen des flüssigen, oder breiartigen Zustandes derselben, nach dem von Newton entdeckten allgemeinen Naturgesetze der Schwere, vermöge dessen alle Massentheilchen sich gegenseitig so viel als möglich zu nähern suchen, von jeder einzelnen nur in Form einer Kugel geschehen, indem nur bei dieser Gestalt alle Theile des Körpers vom Mittelpunkte gleich weit abstehen und gegen einander ins Gleichgewicht und somit zur Ruhe kommen; und unsere Erde war demnach auch ursprünglich eine große, und, wie die Geologen aus guten Gründen versichern, im flüssigen Zustande befindliche Weltkugel. Aber dieses Entquellen aus der allmächtigen Hand war zunächst für unsere Erde nichts weiter, als die ihr ertheilte doppelte Bewegung, die wir nach dem copernikanischen Systeme bereits schon kennen gelernt haben, nämlich die jährliche um die Sonne und die tägliche um ihre Achse, und es fragt sich nun, ob nicht in Bezug auf die Abänderung der Kugelgestalt unserer Erde die eine oder die andere dieser Bewegungen von wesentlichem Einfluße seyn mochte?

Von der jährlichen Bewegung, wo die ganze Erde in ihrer Bahn gleichförmig fortschreitet und kein Theil vor dem anderen etwas voraus hat, haben wir keine Ursache, eine solche Wirkung zu erwarten; von der täglichen um ihre Achse sind wir aber um so gewisser, daß sie nothwendigerweise eine Abänderung der Kugelgestalt hervorrufen mußte. Bei der Umdrehung einer Kugel um ihre Achse

bewegen sich nämlich nicht alle Theile ihrer Oberfläche mit gleicher Geschwindigkeit, sondern die näher an der Achse oder gegen den Pol zu liegenden um so langsamer, so wie die entfernteren, in der Nähe des Aequators, um so schneller; wie dieß am besten auch an einer um ihren festen Mittelpunkt sich schnell bewegenden Scheibe, z. B. einer Töpferscheibe, zu ersehen ist, wo ein nahe an ihrem Mittelpunkte befestigter Stift bei ihrer Umdrehung eine verhältnißmäßig ganz langsame Bewegung gegen den an ihrem äußersten Umfang angebrachten hat, und die Kreise, welche von beiden bei einer jedesmaligen Umdrehung beschrieben werden, gar sehr hinsichtlich der Länge ihres Umfangs von einander abweichen. Mit dieser verschiedenen Geschwindigkeit der Theile, die so bedeutend ist, daß z. B. ein Punkt des vom Nordpol um 1° entfernten Parallelkreises der Erde in 24 Stunden nur 94 Meilen beschreibt, während ein Punkt des Aequators in derselben Zeit 5400 Meilen zurücklegt, war nun aber auch eine größere Kraft derselben, von der Kugel sich loszureißen, eine sogenannte größere Fliehkraft, verbunden, und so mußte es bei dem ersten, wenn auch nicht gerade flüssigen, jedoch weichen Zustande der Erde geschehen, daß zu den von der Achse entferntesten, mithin mit der größten Fliehkraft versehenen Erdtheilen nicht sowohl aus der nächsten Umgebung, als hauptsächlich von den an den beiden Endpunkten der Achsen liegenden Theilen stets mehrere herabstürzten und eine größere Anhäufung der Erdmasse daselbst veranlaßten. Die Theile der Kugel aber, welche bei ihrer Umdrehung von der Achse am weitesten abstehen und sich daher am schnellsten bewegen, liegen in dem von beiden Polen, die gar keine Bewegung theilen, gleichweit entfernt liegenden größten Kugelkreis, dem sogenannten Aequator, und die Erde ist demnach eine an dem Aequator erhabene und an den Polen abgeplattete Kugel, ein Sphäroid.

§. 30.

Zu dieser Ansicht von der Gestalt unserer Erde wurden die großen Naturforscher und Astronomen Newton und Huyghens, welche sie zuerst aussprachen, durch eine Beobachtung geführt, die der Naturforscher Richer (1672) zu Cayenne, einer nahe am Aequator liegenden Insel in Südamerika, an seinem aus Paris mitgebrachten genau gehenden Sekundenpendel gemacht hatte.

Man nennt ein Sekundenpendel dasjenige an einer ganz genau und richtig gehenden Uhr befindliche Pendel, welches in einer Sekunde eine ganze Schwingung macht, d. h. den Bogen von A nach C (Fig. 20) und wieder zurück beschreibt, und demnach in einer Stunde 3600 solche Schwingungen vollendet. Je kürzer das Pendel ist, oder je näher die Pendellinse B dem Aufhängpunkte D steht, um so schneller geht dasselbe, was auch der Fall ist, wenn das Pendel von A nach B und rückwärts von C nach B schneller fällt, d. h. von der Anziehungskraft des Mittelpunktes der Erde mehr afficirt wird. Nun bemerkte Richer, daß seine richtig gehende Sekundenuhr in Cayenne fortwährend täglich um 2 Minuten 28 Sekunden zu langsam ging, so daß er die Pendellinse dem Aufhängepunkt um 1¼ Linien näher rücken mußte, um 3600 Sekundenschwingungen für jede Stunde zu erhalten; als er aber nach Paris zurückgekommen, sah er, daß sein Pendel gerade so viel Schwingungen täglich zu viel machte, als zu Cayenne zu wenig, und daß er das Pendel wieder um 1¼ Linien zu verlängern hatte, damit seine Uhr zu Paris genau die Zeit angab.

Offenbar, folgerte Newton, ist der Grund dieser verzögerten Schwingungen des Pendels am Aequator, abgesehen auch davon, daß die Ausdehnung der Pendelstange durch die größere Hitze daselbst etwas dazu beigetragen haben mag, kein anderer, als die verminderte Wirkung der

Anziehungskraft des Mittelpunktes der Erde am Aequator, welche nothwendigerweise aus der Achsenbewegung und der damit verbundenen Erhöhung der Erde am Aequator sich ergibt. Je schneller ein Körper sich bewegt, um eine so größere Kraft enthält er zu entfliehen und um so weniger stellt er sich den Angriffen einer anderen, auf ihn wirkenden Kraft bloß. Die Körper entziehen sich daher in der Nähe des Aequators nicht nur aus diesem Grunde den Wirkungen der Schwerkraft mehr als an den Polen, sondern diese Schwerkraft selbst ist am Aequator, dem erhabenen und vom Mittelpunkt der Erde am weitesten abliegenden Theile, wegen der größeren Entfernung geringer als an den Polen und ihre verminderte Wirkung muß deßhalb um so bemerkbarer werden.

Mit der Waage in der Hand läßt sich dieß freilich nicht erfahren, da wir beim Wägen eines Körpers dem Gewichte desselben bloß durch das gleiche Gegengewicht unter ganz einerlei Umständen entgegenwirken, und also beide Körper, von den Polen an den Aequator gebracht, am Gewichte gleich abnehmen würden. Es wäre dieß nur möglich, wenn die eine Waagschaale in der Nähe des Pols und die andere in der des Aequators sich befände, wo es sich dann freilich herausstellen würde, daß 288 Pfunde in der ersteren Waagschaale 289 gleichen Pfunden in der zweiten vollkommen das Gleichgewicht halten würden. Man überzeugte sich aber von dieser Abnahme der Schwere auch noch dadurch, daß man untersuchte, welches Gewicht an beiden Orten zur Ueberwältigung der Elasticität ein und derselben Feder nöthig war, und mit welcher Schnelligkeit Kugeln über geneigte Ebenen herabrollten, die dieß bei gleichen Neigungswinkeln der gleich langen Ebenen gegen den Horizont unter sonst übereinstimmenden Umständen um so schneller thun mußten, je mehr die Schwere auf sie wirkte; und erhielt daraus gleiche Resultate wie aus den Pendelversuchen, die seit Richer von vielen Naturforschern

wiederholt und auf das Genaueste den Berechnungen unterworfen wurden.

§. 31.

So erheblich aber auch diese Gründe für die Annahme der sphäroidischen, pomeranzenähnlichen Gestalt der Erde waren, so wurden sie dennoch, hauptsächlich von französischen Gelehrten, nicht als gültig anerkannt und von letzteren im Gegentheil aus noch trifftigeren Gründen gefolgert, daß die Erde am Aequator abgeplattet sey und eine länglichrunde, citronenähnliche Gestalt habe.

Zum bessern Verständniß der Gründe, die sie dafür anführten, werde aber Folgendes noch vorher bemerkt:

Betrachtet man im Allgemeinen die Erde als eine um ihre Achse rotirende Kugel, so sind der Nord- und Südpol am Himmel nichts weiter als die Endpunkte der bis an das Himmelsgewölbe verlängerten Erdachse und die Pole der Erde und des Himmels liegen demnach in einer geraden Linie, und gerade senkrecht unter dem Pole des Himmels befindet sich der entsprechende Pol der Erde. Von beiden Polen des Himmels gleichweit entfernt zieht sich um die Himmelskugel ein größter Kreis, der Aequator genannt; dasselbe ist auch auf der Erde der Fall und wir vermögen dessen Lage auf der Erdkugel durch jenen größten Kreis zu bestimmen, der sich senkrecht unter den Sternen des Himmelsäquators um die Erde herumzieht, so daß also die Ebene des Himmelsäquators nichts weiter als die erweiterte Ebene des Erdäquators ist. Und so denkt man sich denn auf unserer Erdkugel, die als mit der Himmelskugel genau concentrisch zu betrachten ist, mehrere solche Linien und Bögen gezogen, welche wir früher am Himmelsgewölbe kennen lernten; und versteht demnach unter Erd-Meridianen größte Kreise der Erdkugel, deren

Durchmesser die Erdachse ist und unter dem irdischen Meridian eines Ortes jenen, der durch Zenith und Nadir des Ortes geht; unter Parallelkreisen dem Erdäquator gleichlaufende, nach beiden Polen zu abnehmende Kreise; unter den Wendekreisen jene Parallelkreise, welche wie der Wendekreis des Krebses und des Steinbocks vom Himmelsäquator um 23½°, eben so weit vom Erdäquator nördlich und südlich abstehen; unter Polarkreisen endlich jene zwei Parallelkreise, welche in einer Entfernung von 23½° von den beyden Polen an der Erdkugel gezogen zu denken sind.

Ist nun, so schloßen die französischen Mathematiker mit Recht, die Erde eine vollkommene Kugel, so werden die so eben erwähnten Erdmeridiane vollkommen gleichgroße Kreise seyn und einzelne Bogenstücke derselben von einer gleichen Anzahl Grade, Minuten ꝛc. werden stets gleiche Länge haben. Nur fragt es sich, wie läßt sich denn die Länge eines solchen Meridianbogenstücks unserer Erde seiner Anzahl von Graden, Minuten ꝛc. nach bestimmen? Dabei kommt uns das zu Statten, was schon unter Nr. 3. der für die Kugelgestalt der Erde im Allgemeinen angeführten Beweise (§. 27.) angeführt wurde. Der Beobachter behält auf der Erdoberfläche stets einen senkrechten Stand, d. h. sein Zenith wird stets durch den vom Mittelpunkt der Erde durch seinen Standort hindurchgehenden, bis an die Himmelskugel verlängerten Erdhalbmesser bestimmt. Ersieht er sich nun an der Himmelskugel zwei in einerlei Declinationskreis liegende Sterne, von denen der eine gerade in seinem Zenith steht, und geht er in ein und demselben Erdmeridiane so lange fort, bis der andere Stern endlich in sein Zenith gerückt ist, so ist der Bogen, den er auf dem irdischen Meridian zurückgelegt hat, vom Erdmeridiane derselbe Theil, als der Bogen, um welchen die beiden Sterne von einander abstehen, vom concentrischen größten Kreis der Himmelskugel. Letzterer Bogen läßt sich aber

mittelst eines astronomischen Instrumentes sehr leicht und genau bestimmen, und deßhalb auch leicht angeben, wie viel Grade, Minuten ꝛc. vom Erdmeridiane die vom Beobachter durchwanderte Strecke enthält. Mißt man diese Strecke mit aller möglichen Sorgfalt, so kann man dadurch die Länge eines Grades vom Erdmeridian mit Zuverlässigkeit bestimmen und darnach erforschen, ob diese Länge eines Grades überall auf der Erde gleich groß sey. Ist Letzteres der Fall, so haben wir mit vollem Grunde anzunehmen, daß die Erde eine Kugel sey; wenn dem aber nicht so ist, und man die Länge eines Meridiangrades verschieden findet, welcher Gestalt mag dann wohl diese Eigenschaft eines Körpers entsprechen? Offenbar, ist die Antwort, der Gestalt einer abgeplatteten Kugel, und zwar einer an derjenigen Seite abgeplatteten, an welcher die Meridiangrade größer sind als an der andern. Denn wenn die Winkel zweier Kreisausschnitte ABC, abc (Fig. 21.) gleiche Größe der Anzahl ihrer Grade nach haben, der Bogen AB des einen aber größer ist als der des anderen ab, so muß ersterer nothwendigerweise einem Kreise von größerem Halbmesser als der zweite angehören, und der Meridian muß demnach, auf unseren Fall angewendet, an der einen Stelle mit einem größeren, an der anderen mit einem kleineren Halbmesser beschrieben gedacht werden, was deutlich eine an ersterer Stelle schwächere Krümmung und, in so ferne dieß bei allen Meridianen der Fall ist, eine daselbst abgeplattete Gestalt unserer Erde zur Folge hat.

§. 32.

Nun fanden aber französische Physiker, unter denen besonders die beiden Cassini, Vater und Sohn (1700—1718), sich auszeichneten, der vom Newton ausgespro-

chenen Ansicht von der Gestalt der Erde gerade zuwider, die nördlichen Grade der Erdmeridiane kürzer als die südlicheren, und sahen sich dadurch genöthigt, der Erde eine an dem Aequator abgeplattete, und an den Polen erhabene, citronenförmige Gestalt zuzuschreiben. »Der Erfahrung und Messung, erklärten die französischen Akademiker gegen die englischen, müsse man mehr als blos theoretischen Muthmaßungen, wie sie Newtons Gründe nannten, glauben.« Und wer wollte nicht mit ihnen übereinstimmen und sich auf ihre Seite begeben, wenn sich wirklich durch die Messung solche Resultate herausstellten? Aber eben daran zweifelten die englischen Gelehrten, die leider nicht mehr Newton an ihrer Spitze hatten, allein zu sehr auf ihn hielten, um seine Lehre von der Gestalt der Erde sogleich aufzugeben, und nicht mit Unrecht wandten sie gegen die französischen Messungen vorab ein, daß die gemessenen Meridianbögen viel zu nahe an einander lägen und auf einem allzu kleinen Erdstriche (blos Frankreich und die Niederlande) beisammen, als daß sich hierauf mit Sicherheit auf die nach den Polen zu abnehmende Größe der Meridiangrade und die daraus hervorgehende Gestalt der Erde schließen lasse.

Diese Einwendung ließ die französische Nation, denn der Streit war so zu sagen nationell geworden, nicht unberücksichtigt, und der französische Hof beschloß deßhalb 1735, zwei Gelehrten-Vereine zur Messung von Meridiangraden der Erde, theils so nahe als möglich an den Polen, theils unter dem Aequator, abzuschicken. Unter der Leitung Maupertius maßen (1736—38) die Gelehrten Clairaut, le Monnier, Camus und Outhier bei der Stadt Tornea in Lappland unter dem nördlichen Polarkreise, einen Grad des Erdmeridians und fanden denselben 57438 Toisen lang. Der zweite Verein, aus den Gelehrten Bouguer, de la Condamine, Godin, Jussieu und Couplet bestehend, stellte (1736—38) seine Gradmessungen in der Land-

schaft Quito im nördlichen Peru nahe am Aequator an, und erhielt als Resultat seiner äußerst mühvollen und gefährlichen Arbeit die Länge des einzelnen Meridiangrades zu 56753 Toisen, mithin beträchtlich kleiner als die in Frankreich, wo man die Länge des Grads zu 57074 Toisen fand, oder gar in Lappland gemessenen Grade.

Die Streitfrage über die Gestalt der Erde war nun gelöst, und Newton's Gründe für ihre Abplattung an den Polen ergaben sich keineswegs als bloß theoretische Muthmaßungen.

§. 33.

Seitdem wurden fast in allen Theilen der Welt Messungen von Meridiangraden angestellt, und stets stellte sich, wenn auch gerade die einzelnen Messungen nicht genau mit einander übereinstimmten, was wegen den vielen dabei vorkommenden Schwierigkeiten und Hindernissen auch nicht zu erwarten, als allgemeines Resultat heraus: daß die Meridiangrade von den Polen gegen den Aequator hin immer mehr an Länge abnehmen und am Aequator selbst am kleinsten sind. Daraus ergibt sich aber als weitere Folgerung: daß die Erde an dem Aequator stärker gekrümmt als an den Polen, oder ein an ihren Polen abgeplattetes Sphäroid sey, dessen Achse kleiner ist als der Durchmesser des Aequators. Und zwar erhält man nach den neuesten Messungen, welche in den Jahren 1792 von den französischen Gelehrten Mechain und de Lambre angefangen, in den Jahren 1806 und 1807 beendigt und mit aller Sorgfalt und den genauesten Instrumenten ausgeführt wurden, für die mittlere Länge der Erdachse und des Aequatordurchmessers das Verhältniß von 286 : 287, d. h. die Erdachse ist um $^1/_{287}$ kleiner als der Durchmesser

des Aequators, oder wenn man den Aequatordurchmesser in 287 gleiche Theile theilt, so hält die Erdachse deren 286; und als die mittlere Länge eines Meridiangrades 57013 Toisen oder 15,0018 geographische Meilen, welche Resultate wohl der Wahrheit sehr nahe kommen.

§. 34.

Was nun die Größe unserer Erde betrifft, d. h. die Bestimmung der Länge ihrer zwei verschiedenen Achsen, ihres Umfangs, ihrer Oberfläche und ihres körperlichen Inhalts, so wäre solche, nachdem wir einmal die Länge eines Grades ihres Umfangs durch unmittelbare Messung kennen gelernt haben, mit Hilfe der Sätze der Elementargeometrie leicht zu bestimmen, wenn wir sie als vollkommene Kugel zu betrachten ermächtigt wären.

Aber fragen wir uns, würden wir denn auch auf die Berechnung eines vollkommenen Sphäroids hin richtige Resultate für die Größe unserer Erde erhalten, ist nicht vielmehr ihre Gestalt, zumal da auch ihre südliche Halbkugel mehr abgeplattet ist als ihre nördliche, zu irregulär, als daß sich je der Wahrheit ganz nahe kommen ließe? Die verneinende Antwort auf diese Frage und die Bemerkung, daß doch die Abplattung unserer Erde ganz gering ist, leitete nun von jeher die Geometer bei der Berechnung der Größe der Erde zu der Ansicht:

»daß die Abplattung nicht so bedeutend, um sie nicht bei gewöhnlichen Berechnungen der Größe der Erde unberücksichtigt lassen zu können, und daß man die Erde bei nicht sehr strengen Forderungen als eine Kugel betrachten kann.«

Und nach dieser Ansicht ergeben sich für die Größe unserer Erde leicht folgende Resultate:

1) Den Umfang eines Kreises erhält man aus der bekannten Länge eines Grades desselben, die wir mit Vernachlässigung des kleinen Bruches im Allgemeinen 15 geogr. Meilen setzen wollen, wenn man diese Länge mit der Gesammtzahl der Grade des Kreisumfangs, d. i. mit 360 multiplizirt; und daher ist der Umfang der Erde $= 360 \,.\, 15 = 5400$ geog. M.

2) Der Umfang eines Kreises verhält sich zu seinem Durchmesser, wie 3141 : 1000 und daher ist mit Vernachlässigung des Bruchs:
der Durchmesser des Aequators $= \frac{5400 \,.\, 1000}{3141} =$
$= 1719$ geog. Meilen.

3) Der Durchmesser des Aequators verhält sich zur Erdachse wie 287 : 286, daher
die Erdachse $= \frac{1719 \,.\, 286}{287} = 1712$ geog. Meilen.

4) Die Oberfläche einer Kugel erhält man, wenn man den Umfang ihres größten Kreises mit ihrem Durchmesser multiplicirt, daher ist:
die Oberfläche der Erde $= 1719 \,.\, 5400 = 9282600$ geog. Quadratmeilen, von denen jedoch höchstens der vierte Theil festes, bewohnbares Land ist.

5) Den körperlichen Inhalt einer Kugel endlich erhält man, wenn man die Oberfläche der Kugel mit dem sechsten Theile ihres Durchmessers multiplicirt, daher ist:
der körperliche Inhalt der Erde $= \frac{9282600 \,.\, 1719}{6}$
$= 2659464900$ geog. Cubikmeilen.

Anmerkung. Bei der Bestimmung der zwei letzten Größenverhältnisse der Erde hat die Berücksichtigung ihrer Abplattung, wie leicht ersichtlich, den größten Einfluß, und man findet daher als genaueres Resultat angegeben:

die Oberfläche der Erde = 9272176 geogr. Quad. M.
den Körperinhalt der Erde = 2659100000, wobei auch die größere Abplattung der südlichen Halbkugel nicht unberücksichtigt gelassen.

§. 35.

Wie wenig aber selbst die uns bekannten höchsten Gebirge die Gestalt unserer Erde, man betrachte sie als Kugel oder Sphäroid, beeinträchtigen, davon kann man sich leicht durch folgende Vergleichung der Höhe und Größe dieser Berge mit der Erdmasse überhaupt überzeugen.

Die höchsten, bis jetzt bekannt gewordenen Gebirgsgipfel sind nicht mehr denn 27000 paris. Fuß über der Meeresfläche erhaben: der Dhawalagiri blos 26350, der Nevodo von Sorata 23650, der Chimborazo 20150 par. Fuß. Abgesehen nun auch davon, daß diese Höhen nur als einzelne Spitzen über das weniger hohe Gebirge emporragen, die Gesammtmasse der Gebirge und Hochländer aber bedeutend weniger hoch ist, so beträgt doch die größte Höhe kaum den 1500sten Theil des Erddurchmessers und benimmt der Erde an ihrer Kugelgestalt eben so wenig, als eine kleine runde Scheibe von etwas starkem Papier die Gestalt der Kugel von 1½ Schuh im Durchmesser beeinträchtigt, auf welche sie geklebt ist.

§. 36.

Wir reihten in dem Vorhergehenden die Untersuchungen über die Größe unserer Erde den durch die Bestimmung ihrer Gestalt zunächst hervorgerufenen, neuern Gradmessungen an und erhielten auf diese Weise die im vorigen §. zusammengestellten Resultate. Allein schon die älteren Astro-

nomen und Geographen versuchten es, die Größe der Erde zu berechnen, und die Chaldäer sollen schon im grauesten Alterthum den Umkreis der Erde so bestimmt haben, daß ein starker Fußgänger um die Erde in derselben Zeit kommen könne, in welcher die Sonne ihren jährlichen Umlauf um dieselbe vollendet, was allerdings bei fortwährendem Gehen wohl möglich. Später sah man aber wohl weislich ein, daß die genauere Bestimmung der Größe der Erde nur durch Messung eines Meridiangrades geschehen könne. So zuerst Eudoxus von Knidus, dann Eratosthenes (400 v. Ch.) und Possidonius (150 v. Ch.) auf Rhodus, der bei Bestimmung des Umfangs der Erde der Wahrheit sehr nahe kam. Im Jahre 827 n. Ch. ließ der Chalife Al-Mamon, Sohn des bekannten Alraschid, in den Ebenen von Sindschar durch mehrere Mathematiker zwei Grade des Meridians messen, wornach die Länge des Grads zu 56 bis 57 arabische Meilen, d. i. zu 14,559 bis 14,819 geog. Meilen gefunden wurde; ein Resultat, das über Erwarten im Vergleich mit den neuesten Messungen genau ausfiel. Hierauf wurden längere Zeit derlei Messungen ausgesetzt, bis erst kurz vor den besprochenen Gradmessungen der beiden Cassini der Niederländer Snellius (1617) in der Gegend von Leyden nach einer sichern und richtigen Methode ein Stück eines Meridians maß und die Länge des Grades zu 55021 Toisen setzte, welches Resultat freilich viel zu geringe ist und von Picard, der 1669 in der Picardie einen Meridianbogen maß und die Länge des Grads zu 57057 Toisen oder 14,969 geog. Meilen fand, schon besser angegeben wurde. An letztere Gradmessung schloßen sich die bereits erwähnten ganz genau an, da der ältere Cassini selbst noch Zeitgenosse Picards war.

b) Die tägliche Bewegung der Erde um ihre Achse.

§. 37.

Wenn es gleich auf den ersten Anblick des gestirnten Himmels scheinen mag, als befänden sich alle die verschiedenen Himmelskörper gleichsam an einer hohlen Halbkugel angeheftet und, aus Mangel an allen Gründen zur Bestimmung ihrer Entfernung, insgesammt in gleicher Weite von uns, so überzeugt uns doch bald die aus der Beobachtung des Himmels gemachte Erfahrung, daß die zu unserem Sonnensystem gehörigen Weltkörper einzelne Fixsterne öfters verdunkeln, indem sie vor dieselben zu stehen kommen, daß dem nicht also sey und die sogenannten Fixsterne sich viel weiter von unserer Erde entfernt befinden müssen, als es bei den genannten Himmelskörpern der Fall ist. Aber auch von den Fixsternen können wir theils aus der verschiedenen Größe und dem Glanze, mit welchen sie uns sichtbar werden, theils aus ihrer Bedeutung als Himmelskörper und der wirkenden Kraft der Schwere wohl mit Zuverlässigkeit behaupten, daß sie nicht in gleicher Entfernung von uns stehen, sondern die einen von den andern weit entfernt und im großen Weltall nicht, wie es uns scheint, neben, sondern hinter einander ihre Stelle einnehmen. Nur muß die Entfernung selbst derjenigen Fixsterne, die wir wegen ihres großen Glanzes für die uns am nächsten befindlichen halten, dennoch ungeheuer groß seyn, da wir selbst durch unsere besten Fernrohre dieselben nicht anders als blos glänzende Punkte mit stets gleich starkem Lichte erblicken, und ihre gegenseitige Stellung und Lage sich nicht ändert, von welchem Orte der Erde aus man sie auch betrachten mag, was nur bei sehr weit enfernten Gegenständen möglich ist.

Denn gesetzt (Fig. 22) ich befände mich an der Stelle D einer weit ausgedehnten Ebene und in einiger Entfernung lägen die Orte A, B, C, so sehe ich sie zunächst von meinem Standpunkte D aus in der Form eines ungleichseitigen Dreiecks gegenseitig liegen, und ich erblicke den Ort A von B etwas weiter entfernt, als den Ort C von B. Verändere ich nun selbst nur um eine kleine Strecke meinen Standort, so werden die drei Punkte A, B, C ihre gegenseitige Lage ebenfalls auch merklich ändern; rücke ich aber vollends von D nach E, so ist der Ort B gänzlich verschwunden und ich sehe blos die Orte A und C. Und so ist mit jeder Aenderung meines Standorts eine andere Stellung und Lage der 3 Punkte scheinbar verbunden, welche Erscheinung man Parallaxe, (Unterschied) nennt, die um so größer ist, je weniger weit ich von den drei Punkten entfernt bin und je größer die Strecke ist, um welche ich, von D nach E, meinen Standort ändere.

Nicht so bei den Fixsternen als leuchtenden Punkten an der Himmelsdecke. Ob ich die sieben hellen Sterne des großen Bären von der Nähe des Nordpols unserer Erde aus betrachte, oder 1200 Meilen weiter entfernt vom Aequator oder einem noch mehr nach Süden gelegenen Orte aus; stets erscheinen sie in der bekannten Gestalt eines Wagens mit der gebogenen Deichsel, und kein Stern scheint von dem andern Orte aus betrachtet gegen die anderen eine auch nur im Geringsten veränderte Lage zu haben Ja selbst eine noch bei weitem größere Veränderung unseres Standortes, nämlich der über 40 Millionen Meilen lange Durchmesser der Bahn, welche die Erde jährlich um die Sonne beschreibt, ist nicht hinreichend, auch nur die mindeste Veränderung der Lage der Sterne zu einander bemerkbar zu machen; und es bleibt uns daher nichts übrig, als anzunehmen, daß die Fixsterne insgesammt in unendlicher Entfernung von uns sich befinden, und daß alle Gesichtslinien, die von jedem Orte sowohl unserer Erde, als

selbst ihrer Bahn aus an sie gezogen gedacht werden, als gleichlaufend zu betrachten sind. Daß sie aber dennoch von so unermeßner Ferne uns noch sichtbar, zeigt von der bedeutenden Größe dieser Himmelskörper, die wohl eben so viel Sonnen sind als wie unsere, im Gefolge von noch mehr Planeten und Trabanten, als der unsrigen zukommen.

§. 38.

Würde sich nun die Erde nicht um ihre Achse bewegen und dadurch die tägliche Bewegung dieser Himmelskörper nicht als eine scheinbare, sondern wirkliche sich darstellen, mit welch' ungeheueren Schnelligkeit müßte diese Bewegung erfolgen, welche unermeßlichen Kräfte gehörten zur Bewegung und zur Bahnbestimmung dieser gewaltigen Massen und wie verschieden müßten nicht diese Kräfte wirken, um die in so verschiedenen Entfernungen sich befindlichen Himmelskörper dennoch in gleicher Zeit und nach derselben Richtung um die kleine Erde herumzuführen! Schon der uns bekannte entfernteste Planet unseres Sonnensystems, Uranus, dessen Entfernung von unserer Erde gegen 370 Millionen geographische Meilen beträgt, müßte in einer Sekunde 27000 Meilen in seiner Bahn durchlaufen, und wenn schon diese Geschwindigkeit keine analoge auf unserer Erde für sich hat, als die des Lichtes, welches, wie wir später sehen werden, in einer Sekunde einen Weg von 40000 Meilen zurücklegt, was sollen wir zu jener Geschwindigkeit sagen, mit der sich der unserem Wohnorte zunächst stehende Firstern, dessen Entfernung auf vier Billionen Meilen angegeben wird, in einer Sekunde bewegen mußte, die nicht weniger als eilf Billionen Meilen ausmachen und 300 Millionen mal größer als die des Lichts seyn würde?

Hätten Copernikus Vorfahren von dieser Entfernung der Himmelskörper deutlichere Begriffe gehabt, wahrhaftig

sie würden weniger Anstand genommen haben, die tägliche Umdrehung des Himmels als bloß scheinbar, durch die in entgegengesetzter Richtung erfolgende Achsendrehung der Erde bewirkt, zuzugeben, da letztere doch nur mit einer, einer abgeschossenen Kanonenkugel etwa gleichkommenden Geschwindigkeit geschieht und ein Punkt des Aequators, allwo die Schnelligkeit am größten, in einer Sekunde nicht mehr als den sechszehnten Theil einer Meile zurückzulegen hat. Um den Tropfen am Eimer aus dem großen Ocean der Welten sollte sich jene Unzahl übergroßer Welten mit unbegreiflicher Schnelligkeit bewegen, um dieselbe Erscheinung zu bewirken, welche erfolgt, wenn die kleine Erde sich einmal um sich selbst herumdreht? Sollte hier der weise Schöpfer, in dessen Haushalte wir stets auf die Gesetze der größten Einfachheit geführt werden, eine Ausnahme davon gemacht haben?

Er hat sie nicht gemacht, denn die Erde dreht sich wirklich um ihre Achse in der Richtung von West nach Ost, also in der entgegengesetzten des Himmels, und hat zunächst wenigstens vor den, ihr so nahe verwandten Planeten nichts voraus, die sich alle insgesammt auch um ihre Achsen bewegen, und zwar einige mit noch bei weitem größerer Geschwindigkeit als es bei unserer Erde der Fall ist. Dieß läßt sich aus folgenden Gründen selbst mit mathematischer Gewißheit bestimmen.

§. 39.

1) Mit der Meßruthe in der Hand haben die großen Geometer, hauptsächlich Englands und Frankreichs, nachgewiesen, daß die Erde an den Polen abgeplattet und am Aequator erhaben sey. So wie nun ein um einen feststehenden senkrechten Stift als Achse sich bewegender metallener Kugelstreifen bei schneller Umdrehung nicht mehr die

Kreisform beibehält und eine Kugel zu bilden scheint, sondern wegen der größeren Fliehkraft der von der Achse am entferntesten und von beiden Polen gleichweit abstehenden Kreistheile (Aequatorstheile) in die Länge gezogen, also elliptisch geformt wird und bei seiner Bewegung ein Ellipsoid beschreibt, so muß auch die Abplattung unserer Erde von einer ähnlichen Wirkung herrühren und sie sich also um ihre Achse bewegen, da sie außerdem gewiß die ihr ursprünglich zukommende Kugelgestalt würde beibehalten haben. Je schneller der metallene Kugelstreifen bewegt wird, um so mehr wird er in seiner Mitte in die Länge gezogen und um so abgeplatteter das dadurch gebildete Sphäroid. Diese Erfahrung bestättigt sich auch im Allgemeinen in unserem Planetensystem, wo z. B. Jupiter, der bei all seiner Größe, sich schon in 10 Stunden um seine Achse bewegt, auch bedeutend mehr abgeplattet ist, als die Planeten, welche längere Zeit zu ihrer Achsendrehung gebrauchen. Wirklich ist auch unsere Erde nach den verschiedenen Messungen gerade so viel abgeplattet, als nach der Geschwindigkeit, mit welcher sie sich innerhalb 24 Stunden um ihre Achse bewegt, berechnet wurde.

2) Dreht sich die Erde als kugelförmiger Körper um ihre Achse, so müssen die an dem Aequator befindlichen Theile wegen der größeren Fliehkraft, welche ihnen durch die Achsendrehung ertheilt wird, weniger der vom Mittelpunkt der Erde ausgehenden Kraft der Schwere unterliegen, und weniger dahin gezogen werden, als die vom Aequator entfernteren Erdtheile, hauptsächlich die Pole, wo die Fliehkraft selbst fast gänzlich aufhört. Da dem nun wirklich so ist, und, was wir sowohl am Pendel als an elastischen Federn und am Fall der Körper über schiefe Ebenen sorgsam beobachteten, die Körper am Aequator wirklich ein geringeres Gewicht haben als an den Polen, so ist dadurch gleichfalls die Drehung der Erde um ihre Achse außer Zweifel gesetzt.

3) Zunächst den beiden Seiten des Aequators der Erde ist die Hitze viel größer als in größerer Entfernung von ihm. Dieß bewirkt, daß die dadurch verdünnte, leichtere Luft sich in die Höhe erhebt und ihre Stelle sogleich durch andere, aus nördlicheren und südlicheren Gegenden herkommende, kältere Luftschichten ersetzen läßt. Würde sich nun die Erde nicht um ihre Achse drehen, so müßten diese Strömungen stets von Nord und Süd her erfolgen; bei der Achsendrehung der Erde aber sind sie nicht sogleich im Stande, in die am Aequator herrschende größere Schwungbewegung einzugehen, bleiben deßhalb zurück und erhalten so eine der Achsendrehung der Erde entgegengesetzte östliche, und zwar nord- und südöstliche Richtung, welche sie das ganze Jahr hindurch beibehalten. (Passatwinde.)

4) Als vierter Beweis für die Achsenbewegung der Erde gilt die Erfahrung, daß schwere Körper, von großen Höhen, z. B. hohen Thürmen, herabfallend, nicht senkrecht heruntergelangen, sondern etwas östlich fallen. Da nämlich die vom Mittelpunkte der Erde entfernter liegende Spitze des Thurms bei der Achsendrehung der Erde von West nach Ost viel schneller sich bewegt, als der näher liegende Fußpunkt desselben, so wird der daselbst fallende Körper diese schnellere Bewegung gleichfalls auch theilen und dadurch bestimmt werden, nicht senkrecht herabzufallen, sondern vermöge der größeren östlichen Fliehkraft, die dem senkrechten Zug der Schwere entgegenwirkt, in einer nach Osten gekrümmten Curve.

In neueren Zeiten ist diese Wahrheit, hauptsächlich durch Benzenberg, der seine Versuche mit aller Genauigkeit auf dem Michaelisthurm zu Hamburg anstellte, außer allen Zweifel gesetzt, denn von 31 Kugeln, die er daselbst von einer Höhe von 235 par. Fuß herabfallen ließ, fielen nicht weniger als 21 östlich, und nur 10 wichen, wer weiß aus welchen anderen Gründen, von der östlichen Richtung ab.

Ein noch günstigeres Resultat würden diese Versuche

liefern, wenn sie unter dem Aequator angestellt würden, wo die Fliehkraft am stärksten ist.

§. 40.

Letzterer Grnnd für die Achsendrehung unserer Erde ist um so merkwürdiger, als von den Gegnern des copernikanischen Systems, insbesondere von Tycho de Brahe, gerade die entgegengesetzte Erscheinung, nämlich ein Fallen der Körper nach Westen, falls die Erde sich von West nach Ost bewegte, erwartet wurde, weil sich während des Fallens der Thurm mit der Erde nach Osten weiter bewegt habe. Sie bedachten nicht, daß mit der Erde nicht bloß der Thurm, sondern die ganze Atmosphäre und Alles zur Erde Gehörige, also auch der von der Spitze des Thurms herabfallende Stein, die östliche Bewegung gleichfalls theile, und daher, wie ein anderer Gegner, Riccioli, einwandte, den Vögeln, wenn sie in der Luft schweben, durch die Achsendrehung der Erde ihre Nester und ihre brütenden Gatten eben so wenig weggeführt werden, als wenn sie darneben auf festen irdischen Gegenständen säßen. Denn wie hoch auch durch des Geschützes Kraft die glühende Kugel in die Wolken steigt und sich unseren nacheilenden Blicken entzieht, die mächtige Kraft der Schwere hält sie auch da noch mit ihren ehernen Armen fest und läßt sie eben so wenig entrinnen, als sie zugibt, daß bei der schnellen Umdrehung der Erde um ihre Achse irgend etwas von ihr sich losreiße oder in den Himmel weggeschleudert werde, was nichts weiter hieße, als hinauf falle; vielmehr mit einer 289mal größeren Kraft als die Fliehkraft der Körper ist, gegen den Mittelpunkt der Erde gezogen und alles Entweichens überhoben werde.

Was aber jenen Einwurf hinsichtlich der biblischen Stellen betrifft, wo von einer täglichen Bewegung der Sonne um unsere Erde die Rede ist, so ist zu erwiedern,

daß die Verfasser derselben die Erscheinung so auffaßten, wie sie sich ihren Augen kund that, und sich keineswegs auf eine Erklärung des Sonnensystems einließen, was gar nicht in ihrem Berufe lag, sondern davon nach den allgemeinen Begriffen ihrer Zeitgenossen redeten. Sprechen doch auch noch heut zu Tage die Astronomen von einem Auf- und Untergang der Sonne und von einem veränderten Stand derselben in der Bahn der Ekliptik, wie gut sie auch wissen, daß dem nicht also sey, nur um sich der verständlichen Sprache des gemeinen Lebens zu bedienen!

c) Jährliche Bewegung der Erde um die Sonne.

§. 41.

Nicht nur, stellte Copernikus auf, die tägliche Bewegung des Himmels um seine Achse ist scheinbar, auch die Bahn, in welcher die Sonne innerhalb eines Jahres um unsere Erde sich bewegt, und die wir bei der früheren Beobachtung des Himmels näher kennen gelernt haben, wird nur scheinbar von dieser beschrieben und entsteht durch die wirkliche Bewegung der Erde um die Sonne, indem es nicht die Sonne ist, welche von einem Gestirn zum andern rückt, sondern beim Fortgehen der Erde nur die Sonne stets an einem andern Ort des Himmels erscheint. Daß die Erscheinung hiedurch eben so gut erklärt werde, davon kann man sich leicht durch folgende Betrachtung überzeugen: Nehmen wir mit den Alten (Fig. 23) an; in C als Mittelpunkt befinde sich die Erde, der um C gezogene innere Kreis stelle die Ekliptik und der äußere ihre Projection am Himmel in den bekannten 12 Zeichen vor, so wissen wir aus der Beobachtung, daß die Sonne von einem Punkte dieses Kreises zum andern, von Zeichen zu Zeichen, am

Himmel dahin zu wandern und nach Verlauf eines Jahres wieder zu demselben Punkte zurückzukehren scheint. Denken wir uns aber in den Mittelpunkt C die Sonne versetzt und die Erde in die Ekliptik, so daß sie sich in derselben Richtung von ♈ zu ♉ ꝛc. oder von der Rechten zur Linken, wie vorher die Sonne von Punkt zu Punkt, von Zeichen zu Zeichen beweget, so werden wir, von unserer eigenen Bewegung nichts merkend, stets ihr gerade gegenüber die Sonne erblicken und in derselben Richtung bewegen sehen, so daß, wenn die Erde z. B. das Stück ihrer Bahn vom Zeichen der Waage bis zu dem des Scorpions zurücklegt, dieselbe Erscheinung sich darbietet, als wenn die Erde in C sich befände und die Sonne von dem diametral gegenüber liegenden Zeichen des Widders zu dem des Stiers um dieselbe sich bewegt hätte.

Daß die Erscheinung aber nur auf die eine Art Statt finde, und zwar auf die letztere, vom Copernikus aufgestellte, und die Erde zwar nicht in einem Kreise, sondern nach Kepler in einer elliptischen Bahn, in einer mittleren Entfernung *) von 20666800 geogr. Meilen um die Sonne jährlich wandere, dafür sprechen folgende Gründe:

§. 42.

1) Jeder Körper, der sich um seine Achse dreht, bewegt sich zugleich aus seiner Stelle, wenn er nicht auf irgend eine Weise an derselben fest gehalten wird. Da wir nun keine Kraft kennen, welche bei der Rotation der Erde um ihre Achse sie zugleich an ein und dieselbe Stelle fesselte, so ist schon diese Achsendrehung, von der wir aus dem Vorhergehenden überzeugt sind, ein hinreichender Be-

*) Unter der mittleren Entfernung eines Himmelskörpers von der Sonne versteht man die Hälfte von der großen Achse seiner Bahn um die Sonne.

weis für eine fortschreitende Bewegung der Erde. Dabei ist jedoch ein für allemal zu bemerken, daß, da ein Punkt des Erdäquators in einer Minute bloß einen Bogen von 3¾ Meilen zurücklegt, während die Erde in derselben Zeit um 240 Meilen in ihrer Bahn forteilt, die Erde sich auf ihrer Bahn keineswegs so fortbewegt, wie eine Kugel, die auf einer Ebene fortrollt und in einem bestimmten Raume sich nur so viel mal um sich dreht, als die Größe ihres Umfangs in der Länge des Raums, den sie durchläuft, enthalten ist. Sollte dieß der Fall seyn, so müßte die Erde einen Umfang von c. 343870 Meilen oder einen Halbmesser von 54757 Meilen haben, welcher der Entfernung des Monds von der Erde ziemlich nahe käme. Dehnen wir das zur Erde gehörige Raumgebiet bis dahin aus, so können wir annehmen, daß die Erde auf ihrer Atmosphäre wie eine Kugel auf der Ebene fortrolle.

2) Schon die alten Aegyptier erkannten die Bewegung der beiden sogenannten unteren Planeten, des Merkurs und der Venus, um die Sonne, und in späterer Zeit konnte selbst Tycho, ob er gleich die Bewegung der Erde um die Sonne läugnete, doch durch astronomische Gründe bewogen nicht umhin, die Bewegung der übrigen Planeten um die Sonne zuzugestehen. Da nun unsere Erde mit diesen Weltkörpern, wie wir später bei näherer Betrachtung jedes einzelnen noch deutlicher sehen werden, so vieles gemein hat und wie diese ihr Licht und ihre Wärme von der Sonne empfängt, wie sollte sie nicht auch diese Eigenschaft mit ihnen theilen, daß sie sich um die Sonne mit ihnen bewegt, statt daß die Sonne, die doch einer ganz anderen Classe von Himmelskörpern angehört wie die Planeten, mit diesen sich um die Erde drehe?

Die Sonne ist gegen 1440000 mal größer als unsere Erde und übertrifft über 500 mal an Masse alle übrigen Planeten zusammen; nur ein solcher Körper ist, vermöge des vom Newton aufgefundenen Gesetzes der Schwere im

Stande, alle die zu unserem Sonnensystem gehörigen Welten, die sich vermöge der Fliehkraft von ihr loszureißen suchen, dennoch in der bestimmten Entfernung zu erhalten und sie die angewiesenen Bahnen zu durchlaufen zu nöthigen; während die kleine Erde, die in einer Entfernung von 9 Millionen Meilen dem unbewaffnetem Auge gar nicht mehr sichtbar ist, selbst nicht gegen den 83 mal größeren Uranus, oder den 1037 mal größeren Saturn oder endlich den gegen 1474mal größeren Jupiter nur im mindesten sich geltend zu machen vermöchte. Dabei ist jedoch die Wirkung von Sonne und Erde auf einander gegenseitig, und es besteht daher die wahre Bewegung aus den Umläufen beider Körper um einen zwischen ihnen liegenden Punkt, der jedoch um so viel näher an der Sonne liegt, als sie die Erde an Masse übertrifft. Dieser Punkt (Schwerpunkt) liegt fast dicht am Mittelpunkt des Sonnenkörpers, so daß wir in unserer Entfernung von ihm den Mittelpunkt der Sonne selbst als solchen anzunehmen berechtigt sind.

3) Nach dem Aegyptischen System, dem wenigstens in Etwas verbesserten Ptolemäischen, dürften in Bezug auf die Bewegung der oberen, die Sonnenbahn umkreisenden Planeten, keine Unregelmäßigkeiten Statt finden, und sie müßten bald bei der Sonne, bald nach und nach um jeden Winkel von 0° bis 180° von ihr entfernt am Himmel stehen. Dem aber ist nicht so, und die Bewegung der oberen Planeten zeigt von der Erde aus betrachtet, sehr große Unregelmäßigkeiten, indem sie bald von West nach Ost, oder nach der Ordnung der Zeichen (Aries, taurus etc.), bald von Ost nach West, gegen die Ordnung sich zu bewegen, bald selbst stille zu stehen scheinen.

Allein alle diese scheinbaren Unregelmäßigkeiten erklären sich ganz gut, wenn man annimmt, daß unsere Erde als der Standpunkt, von wo aus wir diese Bewegungen wahrnehmen, selbst in Bewegung sey.

Gesetzt, es befände sich (Fig. 24) in S die Sonne, der um sie beschriebene zunächst liegende Kreis bezeichne die Bahn der Erde, der zweite die Bahn des Jupiters und der dritte den diesen Bahnen concentrischen Kreis am Himmelsgewölbe. Steht nun die Erde im Punkte 1 ihrer Bahn und Jupiter im Punkte I, so sehen wir letzteren von der Erde aus bei dem Firsterne a stehen, den die bis ans Himmelsgewölbe gehörig verlängerte Linie 1, I trifft. Während nun die Erde sich von 1 nach 2 in ihrer Bahn bewegt, gelange der trägere Jupiter gleichfalls nach II seiner Bahn; alsdann sehen wir ihn beim Firsterne b, und er hat am Himmel von West nach Ost, nach der Ordnung der Zeichen, den Bogen ab beschrieben. Diese Bewegung, welche rechtläufig genannt wird, dauert noch einige Zeit fort, in dem Punkte 3 der Erdbahn aber, während welcher Zeit Jupiter nach III seiner Bahn gerückt ist, steht Jupiter beim Firsterne c und hat einen Theil seiner vorhin beschriebenen Bahn wieder scheinbar rückwärts zurückgelegt, ist rückgängig geworden. Dieses Rückwärtsgehen ist noch merkbarer, wenn die Erde nach 4 und Jupiter nach IV gekommen sind, verwandelt sich aber bald wieder in die entgegengesetzte rechtläufige Bewegung, wie leicht ersichtlich, wenn die Erde nach 5 und Jupiter nach V ihrer Bahnen gerückt ist. Diese unregelmäßigen Bewegungen wechseln nun von Zeit zu Zeit ab, und zwar muß zwischen den beiden Zeitpunkten, wo des Planeten rückgängige Bewegung in die rechtläufige übergeht, ein Moment eintreten, wo derselbe gegen die Firsterne gar keine Bewegung zu haben und stille zu stehen scheint; sie finden aber alle in der Voraussetzung der Bewegung unserer Erde genügende Erklärung, so daß sich sogar aus den bekannten Umlaufszeiten der Erde und des Planeten und aus ihren Entfernungen von der Sonne die Zeit genau bestimmen läßt, wann der Planet rechtläufig und rückgängig zu werden anfängt, und wann er stille steht.

4) Obgleich die bisher angeführten Gründe die Bewegung der Erde um die Sonne wohl außer Zweifel setzen, so sah man sich doch auch noch, um gänzlich davon überzeugt zu seyn, nach einem mathematischen Beweis für dieselbe um, und wurde wirklich durch eine andere wichtige Entdeckung in den Stand gesetzt, einen solchen liefern zu können, indem man auf der Erde selbst Spuren ihres Umlaufs um die Sonne aufzufinden so glücklich war. Es war dieß nur dadurch möglich, daß man die Erde mit einem anderen, von ihr abgesonderten Gegenstand, der an ihrer Bewegung keinen Antheil nahm, in Vergleich brachte, da auf ihr selbst bei ihrer Bewegung alle Körper ihre gegenseitige Stellung nicht ändern und so uns auf Bewegung oder Ruhe unserer selbst schließen lassen. Als einen solchen fand man das Licht, welches von den Sternen aus zu uns gelangt, und zwar nicht, wie es schien, augenblicklich, sondern, wie folgende Entdeckung zeigt, erst nach Verlauf einiger Zeit.

§. 43.

Sey es nun, daß die Erde ruhe und um sie die Sonne im Gefolge der übrigen Planeten sich bewege, oder daß nach dem copernikanischen System die Sonne der Mittelpunkt sey, und um sie die Erde auf die bekannte Weise ihre Bahn beschreibe, so wird auf jegliche Weise der Fall eintreten, daß einer der oberen Planeten, z. B. Jupiter, um die doppelte Entfernung der Erde von der Sonne uns einmal näher, einmal entfernter steht, je nachdem die Erde in Opposition oder Conjunktion sich mit ihm befindet, d. h. die Erde zwischen Jupiter und der Sonne, oder die Sonne zwischen beide zu stehen kommt. Nun waren die Verfinsterungen der Trabanten des Jupiters, welche eintreten, wenn Jupiter zwischen die Sonne und einen seiner Monde tritt, seit

vielen Jahren mit großer Sorgfalt beobachtet und die Zeiten, wo der Anfang und das Ende derselben eintreten mußte, genau berechnet, so daß man sie mit voller Gewißheit vorausbestimmen zu können glaubte. Als jedoch der dänische Astronom Römer in den Jahren 1671—75 den Beobachtungen dieser Verfinsterungen größere Aufmerksamkeit schenkte, fand er, daß die Beobachtung zwar zuweilen mit der Berechnung nahe übereinstimmte, daß sie aber mehrentheils bald zu spät, bald zu früh eintraf, und der größte Unterschied, um welchen dieß geschah, selbst etwas über 7 Minuten betragen konnte. Und zwar bemerkte er, daß die Verfinsterung mit der Berechnung zusammentraf, wenn (Fig. 25) bei der Stellung Jupiters in J die Erde in den Punkten L und K ihrer Bahn sich befand, daß sie aber um 7 Minuten zu früh sich einstellte, wenn die Erde in E, und um eben so viel Minuten zu spät, wenn sie in e ihren Standort hatte. Nahm die Erde eine mittlere Stellung zwischen E und K, oder E und L ein, so erfolgte die Verfinsterung verhältnißmäßig früher, und wenn zwischen K und e, oder L und e, verhältnißmäßig später, als nach dem Resultate der Rechnung hätte seyn sollen.

Diese Abweichungen der Beobachtung von der Rechnung erklärte nun Olof Römer sehr sinnreich durch die allmählige Verbreitung des Lichts, das vom Jupiter aus zu uns gelangt. Im Punkte E steht die Erde um den Durchmesser der Erdbahn dem Jupiter näher als im Punkte e; braucht nun das Licht eine Zeit, bis es vom Jupiter zu ihr kommt, so muß dieß in E früher der Fall seyn als im Punkte e, und zwar um so viel früher, als das Licht Zeit braucht, die Entfernung Ee zu durchlaufen. Nach den neuesten Beobachtungen nun beträgt diese Zeit 16 Minuten 15 Sekunden, um welche eine Trabantenverfinsterung des Jupiters in E früher gesehen wird, als in e, und das Licht legt demnach in dieser Zeit den ungeheueren Raum von E nach e, d. i. die doppelte Entfernung der Erde von

der Sonne, welches über 40 Millionen geographische Meilen sind, zurück, und verbreitet sich demnach in einer Sekunde über 40000 solche Meilen weit; eine Geschwindigkeit, die jede uns bisher bekannte weit, weit hinter sich läßt, jedoch immerhin, wie sich zeigen wird, dennoch nicht so bedeutend ist, daß dagegen die Geschwindigkeit der Erde in ihrer Bahn ganz verschwände und bei der jährlichen Bewegung ganz ohne merklichen Einfluß wäre. Dem englischen Astronomen Bradley war es vergönnt, diesen Einfluß der Schnelligkeit der Bewegung unserer Erde auf die des Lichtes, mit welcher dasselbe von einem Sterne aus uns zukommt, genau nachzuweisen und dadurch die Wissenschaft mit einem mathematischen, unumstößlichen Beweis für die jährliche Bewegung der Erde um die Sonne zu bereichern.

§. 44.

Daß die Fixsterne in so unermeßlicher Entfernung sich von uns befinden, daß sie, von den entferntesten Standpunkten, die wir auf unserer Erde nehmen können, aus gesehen, stets genau dieselbe Stellung und Lage gegen einander haben, und also diese größte Entfernung von 1720 geogr. Meilen keine Parallaxe derselben kund macht, haben wir bereits §. 37 gesehen. Die Gegner des copernikanischen Systems waren auch liberal genug, eine so große Entfernung noch als möglich zuzugeben; daran aber scheiterte ihre Vorstellung von der Größe einer Entfernung, daß nach dem neuen Systeme selbst der über 40 Millionen Meilen lange Durchmesser der Erdbahn gegen die Entfernung der Fixsterne unendlich klein sey und ebenfalls keine Parallaxe der einzelnen Sterne bemerken lasse. Und in der That muß man gestehen, daß es gewiß für jedem Denkenden ein bedeutender Anstoß war, eine so große Ent-

fernung von einer anderen in dem Maaße überboten zu sehen, daß sie zu einem bloßen Nichts verschwindet, und daß wohl jeder, der aus anderen Gründen dem copernikanischen Systeme zugethan war, wünschen mußte, auch von dieser Seite her völlige Gewißheit zu erlangen.

Die Instrumente, deren man sich nunmehr zu astronomischen Beobachtungen bedienen konnte, waren auch bereits durch die Hände geschickter Arbeiter zu dem Grade der Verfeinerung gebracht, daß man mit ihnen schon zuverlässig Winkel auf einige Sekunden messen und über die fragliche Parallaxe demnach sichere Auskunft hoffen konnte. Ein solches Instrument, ein außerordentlich großer, genau gearbeiteter Winkelmesser, dessen Radius nicht weniger als 24 Fuß betrug, stand Jakob Bradley zu Gebote, und mit ihm begann er im Jahre 1725 seine Untersuchungen über die Parallaxe der Firsterne. Stellt nämlich (Fig. 26) die Ebene des Papiers die erweiterte Ebene der Ekliptik dar, die Ellipse adbc die Erdbahn, wie sie in der Richtung von a nach d um die Sonne ⊙ beschrieben wird, und ist s irgend ein Stern, von dem aus man sich auf die erweiterte Ebene der Ekliptik das Perpendikel sr gefällt denkt, so versteht man unter den Winkeln $\angle sbr$, $\angle sar$ nichts weiter als die Breite des Sterns in den Punkten b und a der Erdbahn, und diese muß, wenn der Durchmesser ab der Erdbahn nicht gegen die Entfernung der Firsterne verschwindet, im Punkte b offenbar größer seyn als im Punkte a, und zwar um den Winkel asb, weil nach den Lehren der Geometrie $\angle sbr = \angle sab + \angle asb$; in den Punkten d und c muß sie aber ein und dieselbe seyn und einen mittleren Werth haben von der Breite in a und von der in b, so daß also die Breite des Sterns in a am kleinsten, in b am größten und in c und d gleich groß und zwar größer als in a und kleiner als in b ist. Allein der Theorie entsprach hier keineswegs die Erfahrung, vielmehr lehrte die genaue und sichere, viele Jahre lang fortgesetzte Be-

obachtung mehrerer Sterne unserem Astronomen, daß die Breite derselben in den Punkten a und b genau dieselbe sey, dagegen im Punkte d am kleinsten und in c am größesten.

Statt Aufschluß über einen der wichtigsten Gegenstände der Astronomie, über die Parallaxe der Fixsterne, zu bekommen, war jetzt nur noch mehr Verwirrung theils über ihre Entfernung, theils die Bewegung der Erde um die Sonne entstanden; und nur Bradley's außerordentlichem Scharfsinn konnte es gelingen, die Ursachen jener Erscheinungen nachzuweisen, und zwar in der vom Römer entdeckten, allmähligen Fortpflanzung des Lichts und der jährlichen kreisförmigen Bewegung der Erde um die Sonne. Offenbar muß nämlich die Richtung der Lichtstrahlen, welche von einem Himmelskörper ausgehen, für einen in Bewegung befindlichen Zuschauer nicht dieselbe seyn, wie für einen im Zustand der Ruhe, oder der Lichtstrahl muß auf das Auge eines sich bewegeuden Beobachters einen ganz andern Eindruck machen, als auf das eines ruhenden. Man nennt diese durch die kreisförmige Bewegung der Erde verursachte Richtung der allmählig sich fortpflanzenden Lichtstrahlen die Abirrung des Lichts (aberratio lucis oder bloß Aberration), und um sie genauer kennen zu lernen und sich einen klaren Begriff davon zu verschaffen, sey es erlaubt, etwas weiter auszuholen und sie mit ähnlichen Erscheinungen in Vergleich zu bringen, von denen uns schon eine deutlichere Einsicht vergönnt ist.

§. 45.

Gesetzt, ein sehr breiter viereckiger Kasten abcd (Fig. 27) bewege sich mit möglichst großer Geschwindigkeit stromabwärts von Ost nach West, und vom Punkte e des Ufers aus würde unter dem Winkel efb eine Kugel auf die

Wand ab desselben abgeschossen, so müßte dieselbe, wenn der Kasten ruhte, in der verlängerten Richtung ef, d. i. im Punkte g, die der ab gegenüberstehende Wand cd treffen, und gf würde die Richtung der abgeschossenen Kugel bezeichnen. Allein, wenn der Kasten in schneller Bewegung sich befindet, so wird, während die Kugel nach Durchbohrung der ersten Wand ab den Weg fg durchläuft, auch der Kasten und mit ihm die Wand dc sich nach entgegengesetzter Richtung bewegt haben, und die Kugel die zweite Wand nicht, wie vorhin, im Punkte g, sondern im Punkte h treffen, so daß der Kasten in der Richtung hf oder unter einem kleineren Winkel ifb durchschossen zu seyn scheint, als unter welchem die Kugel auf ihn wirklich abgefeuert wurde. Hätte man eine Röhre an die Wand dc befestigen wollen, welche die in der Richtung ef abgeschossene Kugel aufzunehmen bestimmt gewesen, so durfte dieß nicht im Punkte g unter der Richtung eg, sondern in h unter der Richtung ih geschehen.

Bewegte sich dagegen (Fig. 28) der Kasten von West nach Ost, und es würde wiederum vom Punkte e des Ufers aus unter dem Winkel efb eine Kugel auf die Wand ab desselben abgeschossen, so wird, während die Kugel nach Durchbohrung der ersten Wand im Punkte f die Strecke fg durchläuft, das Schiff den Weg gh zurückgelegt haben, und die Kugel nicht den, in der verlängerten ef liegenden, Punkt g der Wand dc treffen, sondern dieselbe im Punkte h durchbohren, so daß es den Anschein hat, als sey der Kasten in der Richtung fh, oder unter einem größeren Winkel ifb durchlöchert, als unter welchem auf ihn geschossen wurde. Die zur Aufnahme der Kugel an der Wand dc bestimmte Röhre hätte im Punkte h unter der Richtung ih angebracht werden müssen, um das Verlangte zu leisten.

§. 46.

Wenden wir nun das so eben Gesagte auf die Aberration des Lichts an, so sehen wir leicht, daß das, was von der abgeschossenen Kugel, dem schnell sich bewegenden Kasten und der zur Aufnahme der Kugel an letzterem befindlichen Röhre gesagt wurde, ganz unverändert auf den von irgend einem Sterne fortwährend ausgehenden Lichtstrahle, unsere in schneller Bewegung befindliche Erde mit ihrer Atmosphäre und unseren Fernröhren angewendet werden könne, mit denen wir das Licht der Sterne aufzufangen uns bemühen. Und demnach wissen wir, daß wir, um das Licht eines Sterns von den Wänden des Fernrohrs ungehindert in unser Auge zu bekommen, das Rohr nicht dorthin richten dürfen, wovon das Licht wirklich ausgeht, sondern auf einen andern Ort, welcher gegen den wahren Ort des Sterns verschiedene Lagen hat, je nachdem die Richtung der Bewegung der Erde und des Lichts ein und dieselbe oder verschieden ist. Befindet sich nun die Erde (Fig. 26) im Punkte d ihrer Bahn, so sind die Bewegungen des Lichts und der Erde, wie in unserem ersten Beispiele, einander entgegengesetzt, und obgleich das vom Sterne s herkommende Licht in der Richtung di ausging, so müssen doch unsere Fernrohre die Richtung do erhalten, um uns das Licht des Sterns zuzuführen, und die Breite des Sterns zeigt sich deßhalb geringer als sie wirklich ist, ganz so wie Bradley beobachtet hat. Im Punkte c ihrer Bahn dagegen hat die Erde und das Licht einerlei Bewegung, wie in unserem zweiten Beispiele, und das Licht eines Sterns kommt alsdann nicht in der mit di parallelen Lage cu zu unserem Auge, sondern unter einem größeren Winkel, in der Richtung wc, wodurch der Stern eine größere Breite zeigt als er wirklich hat, wie sich aus Bradley's Messungen gleichfalls ergab. In den Punkten a und b sind

die Bewegungen der Erde und des Lichts dieselben, daher auch die Richtungen, in welchen es zu uns gelangt.

Aber nicht bloß in den Punkten a, b, c und d der Erdbahn findet diese Aberration des Lichts Statt, sondern in allen ihren Punkten, so daß wir den Stern niemals an seinem wahren Orte sehen, sondern stets mehr oder weniger davon entfernt, und zwar um einen kleinen Winkel im Sinne der Bewegung der Erde vorwärts liegend. Bradley kannte die Geschwindigkeit des Lichts und der Erde, und berechnete für mehre Orte der Erdbahn die Größe der Aberration, und siehe da, sie stimmte mit der beobachteten vollkommen überein, und führte zuletzt das Resultat herbei, daß die Periode dieser Ortsveränderungen eines Sterns genau mit der Dauer des Jahrs übereinstimmt, und jeder Stern während eines Jahrs um seinen mittleren Ort als Mittelpunkt eine kleine, mit der Ebene der Ekliptik parallel liegende Ellipse, deren große Achse 41 Sekunden beträgt, beschreibt, welche Erscheinung durchaus nicht Statt finden könnte, wenn die Erde, von der aus wir die Sterne beobachten, in Ruhe wäre, indem sie ja eben in der Vereinigung der Fortbewegung unseres Auges, also der Erde, mit dem Laufe des Lichtstrahls ihren Grund hat.

Bradley's Voraussetzung der Bewegung der Erde um die Sonne erklärte die Erscheinung der Aberration des Lichts ganz vollkommen; mithin muß diese Voraussetzung selbst richtig, und die Aberration als einer der schönsten und stärksten Beweise für die jährliche Bewegung der Erde um die Sonne anzusehen seyn. Dabei wurde die Richtung der von den Sternen ausgehenden Lichtstrahlen als parallel angenommen, und die Fixsterne befinden sich demnach in unermeßlicher Entfernung von uns, so daß in Bezug auf sie wir zu jeder Zeit und an jedem Orte uns in der Mitte

des großen Weltalls befinden, und unser Wohnort als ein feststehender Punkt betrachtet werden kann.

An scheinbaren Einwendungen gegen die jährliche Bewegung der Erde konnte es bei so vielen Gegnern des copernikanischen Systems keineswegs fehlen; und so wurde unter Anderem hauptsächlich eingewendet: daß keiner unserer Sinne, weder unsere Augen, noch unser Gefühl von dieser jährlichen Bewegung etwas empfinde. Hierauf ist zu erwiedern, daß, da die Bewegung überhaupt eine Erscheinung ist, die nur aus der veränderten Lage wenigstens zweier Körper gegen einander ersehen werden kann, wir allerdings auf dieselbe nur aus der scheinbaren Bewegung der Sonne zu schließen vermögen; daß aber in Bezug auf das Gefühl uns von der Bewegung der Erde nichts kund wird, kommt daher, weil diesem Sinne eine Bewegung nur durch den Widerstand fremder Körper, wie z. B. der Luft, oder durch einen Stoß bemerkbar wird, dieser Widerstand aber bei der Bewegung der Erde und Alles des zu ihr Gehörigen gänzlich fehlt, da die Bewegung selbst im unermeßlichen Weltraum ganz ohne alle Störung vor sich geht.

d) Folgen aus den Bewegungen der Erde.

Haben wir uns schon aus dem Vorhergehenden von den Bewegungen der Erde vollkommen überzeugt, so wird dieß noch mehr der Fall seyn, wenn wir jetzt sehen werden, wie alle himmlische Erscheinungen, die unser Augenmerk täglich auf sich ziehen, als Folgen und Wirkungen nicht allein dieser täglichen, sondern auch jährlichen Bewegung sich betrachten und erklären lassen, und wie auf diese Weise Alles vollkommen im Einklange steht und die größten Wirkungen durch die kleinsten Ursachen, wie es der Weisheit des Schöpfers zukommt, hervorgebracht werden.

α. Folgen aus der täglichen Bewegung der Erde um ihre Achse.

§. 47.

1) Die nächste Folge davon ist wohl die, daß innerhalb 24 Stunden, der Zeit, in welcher eine vollständige Achsenumdrehung der Erde von West gegen Ost erfolgt, die ganze Himmelskugel mit allen ihren Welten sich um unsere Erde in entgegengesetzter Richtung zu bewegen scheint. Und da unsere Erdachse gegen die Sonne nicht eine solche Lage hat, daß sie verlängert die Sonne trifft und deßhalb die Erde nicht stets ein und dieselbe Halbkugel der Sonne zuwendet, sondern die Erdachse gegen die durch den Mittelpunkt der Sonne und Erde gelegte Ebene, die Ekliptik, unter einem Winkel von $66^1/_2{}^0$ geneigt ist, so wird bald ein Theil unserer Erde bei ihrer Rotation von der Sonne beschienen, bald ihres Lichtes beraubt; und daher der Aufgang, das Culminiren und der Untergang der Himmelskörper, insbesondere der für unseren Erdball so einflußreichen Sonne, die mit ihrem Aufgang uns Tag, mit ihrer oberen Culmination Mittag, mit ihrem Untergehen Abend und mit ihrer unteren Culmination uns Mitternacht bringt.

Unter Tag überhaupt verstehen wir die Zeit, in welcher die Sonne über dem Horizont anwesend ist, die Zeit vom Sonnenaufgang bis zum Sonnenuntergang, welche verschiedene Dauer hat, die erst später ihre Erklärung findet. Man nennt diese Zeit auch den natürlichen Tag zum Unterschied vom astronomischen oder bürgerlichen, der die Zeit bezeichnet, innerhalb welcher die Erde sich um ihre Achse einmal herumbewegt oder der Himmel einen scheinbaren Umlauf um die Erde vollendet hat, und welche stets von vollkommen gleicher Länge ist. Die Zeit, während welcher dieß geschieht und z. B. ein Fixstern zum

zweitenmal in unseren Meridian kommt, beträgt nach unserer Zeitrechnung 23 Stunden 56 Minuten 4 Sekunden, und heißt ein Sterntag. Dagegen die Zeit von einem Durchgang der Sonne durch den Meridian bis zu dem nächsten ein Sonnentag, der, wie leicht ersichtlich, länger als ein Sterntag seyn muß.

Denn gesetzt, es bezeichne (Fig. 29) KL einen Bogen der Erdbahn, S die Sonne und in E befinde sich die Erde, so wird, wenn die vom Mittelpunkte der Erde aus durch S verlängerte Linie EM den Fixstern F trifft, dieser mit der Sonne durch den Meridian zu gehen und sich mit Erde und Sonne in einer geraden Linie zu befinden scheinen. Bliebe während der Achsendrehung der Erde ihr Mittelpunkt E selber unverrückt, so würde sich nach einer vollkommenen Umdrehung der Erde um ihre Achse dieselbe Erscheinung darbieten, der Stern mit der Sonne abermals zugleich durch den Meridian gehen und Sterntag und Sonnentag gleiche Länge haben. Allein dem ist nicht also; während die Erde sich in der Richtung Mab um ihre Achse dreht, hat sich zu gleicher Zeit ihr Mittelpunkt E nach E′ in ihrer Bahn bewegt, und wenn die Linie E′M in dieselbe Lage gekommen ist, wie die EM, d. h. in E′ Meridian geworden ist, was durch die völlige Umdrehung der Erde geschah, so wird, wegen des Parallelismus aller von einem Fixsterne ausgehenden Strahlen (§. 46), der Stern F sich wieder in dem Meridian befinden und ein Sterntag verflossen seyn, während die Sonne sich östlich um den Winkel SE′F′ vom Meridian noch entfernt befindet und die Erde sich noch um diesen Winkel drehen muß, bis die Sonne wieder in den Meridian zurückkehrt.

Daher kommt nun der Unterschied der Zeit zwischen dem Stern- und Sonnentag, gleichwie der Minutenzeiger einer Uhr, wenn er um 12 Uhr mit dem Stundenzeiger beisammen war, nach einer Stunde wohl wieder an derselben Stelle des Zifferblattes sich befindet, aber noch 1/11

Stunde braucht, um wieder über dem Stundenzeiger zu stehen zu kommen. Nur ist dieser Unterschied nicht stets gleich, da unter Anderem, wie wir sehen werden, die Strecken, um welche sich die Sonne täglich von einem Fixsterne entfernt, wegen ihrer (eigentlich der Erde) verschiedenen Geschwindigkeit nicht gleich lang sind, und selbst gleichlange Bögen der Ekliptik vermöge ihrer schiefen Lage gegen den Aequator nicht in gleichen Zeiten durch den Meridian gehen würden; und deßhalb sind die Sonnentage zur Zeitbestimmung keineswegs tauglich. Die Sterntage würden wohl die Bedingung eines Zeitmaaßes von gleicher Länge vollkommen erfüllen, da sich deren Dauer nach Laplace seit mehr den 2000 Jahren nicht um $1/_{100}$ Sekunde geändert hat; allein wir ziehen dennoch lieber die auffallenden, wenn auch nicht gleichförmigen Bewegungen der Sonne und des Mondes zur Bestimmung der Zeit vor, der beiden Himmelskörper, die einen so entschiedenen Einfluß auf unser ganzes Thun und Treiben haben, und suchen uns in Bezug auf die Bestimmung der gleichen Länge der Tage durch folgendes Mittel eine Aushilfe.

Statt der wirklichen, sich ungleichförmig bewegenden Sonne denkt man bewege sich in der Bahn der Ekliptik eine eingebildete oder mittlere Sonne mit gleichförmiger Geschwindigkeit, die täglich um eine gleiche Strecke von West nach Osten in ihrer Bahn weiter rückt. Diese Bogenstrecke findet man, wenn man die 360° ihres jährlichen Umlaufs mit der Länge des Jahrs, d. i. mit 365 Tagen 5 Stunden 48 Minuten 48 Sekunden oder mit 365,242.. Tagen dividirt, und erhält so als Strecke, um welche die mittlere Sonne sich täglich östlich bewegt, 59′ 8″, welche in Zeit einen Unterschied von 3 Minuten 56 Sekunden hervorruft, um welchen der Sterntag kürzer ist, als der 24 Stunden haltende, mittlere Sonnentag. Die wirkliche Sonne dagegen bewegt sich täglich selbst bloß 57′ 11½″ (1. Juli) und dann wieder 61′ 10″ (31. Dec.), so daß ihre Tage

bald kürzer bald länger werden, als die Tage der mittleren Sonne, und diesen Unterschied zwischen einen wahren und mittleren Sonnentag, oder überhaupt zwischen der wahren und mittleren Sonnenzeit, nennt man Zeitgleichung. In den astronomischen Jahrbüchern und Kalendern findet man die Zeitgleichung für jeden Mittag des Jahrs angegeben. Sie ist entweder positiv oder negativ, je nachdem die wahre Sonne zu einer gewissen Zeit sich täglich mehr als 59′ 8″ oder weniger in ihrer Bahn bewegt, und kann in beiden Fällen sogar 15 bis 16 Minuten betragen. Am 12 Februar 1836 war die Zeitgleichnng = + 14 M. 33 S., welches so viel heißen soll: als die wahre Sonne in den Meridian trat, war die mittlere Sonne schon 14 Minuten 33 Sek. vorher durchgegangen.

Unsere mechanischen Uhren, deren Gang gleichförmig seyn muß, geben stets die mittlere Zeit an, dagegen die Sonnenuhren die wahre Sonnenzeit. Beide gehen nur dann überein, wenn die Zeitgleichung = 0 ist, was nur viermal des Jahres, in der Mitte von April und Juni, und Ende August und Dezember der Fall ist; außerdem gehen die Sonnenuhren um die Zeitgleichung nach unseren gewöhnlichen Uhren zu spät, wenn dieselbe positiv und zu früh, wenn die Zeitgleichung negativ ist. Ersteres geschieht am auffallendsten in der Mitte Februars, letzteres Anfangs November, wo der obengenannte Unterschied von 15 bis 16 Minuten sich einstellt.

2) Bei den östlicher von uns liegenden Bewohnern der Erde geht die Sonne früher auf und culminirt auch früher als bei uns, dagegen bei den westlicher von uns liegenden diese himmlischen Erscheinungen wiederum später als bei uns eintreten. Richtet nun ein Erdbewohner seine Uhr nach dem Stand der Sonne, so daß solche mit Berücksichtigung der Zeitgleichung 12 Uhr zeigt, wenn die Sonne bei ihm culminirt, so wird der um 15° östlicher von ihm wohnende schon 1 Uhr haben, während der um 15° westli-

cher von ihm liegende erst 11 Uhr zählt. Daher geschah es, daß die, welche von West nach Ost die Erde umfuhren, bei ihrer Rückkehr einen Tag zu viel zählten, der durch das beständige Vorrichten ihrer Uhren sich ergab, dagegen die Weltumsegler in der Richtung von Ost nach West bei ihrer Ankunft in der Heimath einen Tag zu wenig hatten, welcher durch das beständige Zurückrichten ihrer Uhren verloren ging.

3) Gradmessungen und Pendelversuche bewiesen, daß unsere Erde ein an den Polen abgeplattetes Sphäroid sey. Diese Gestalt mußte aber der Anfangs kugelförmige, in weichem Zustande befindliche Weltkörper nothwendigerweise annehmen, so bald er sich um seine Achse drehte; und daher ist die abgeplattete Gestalt der Erde als eine Folge ihrer Achsendrehung wohl mit vollem Rechte anzusehen.

β. Folgen aus der jährlichen Bewegung der Erde um die Sonne.

§. 48.

Einige der himmlischen Erscheinungen, die wir, weil sie sich entweder nur durch die Bewegung der Erde um die Sonne, oder eben so gut durch diese, als umgekehrt durch die Bewegung der Sonne um die Erde, erklären ließen, als Belege für die jährliche Bewegung früher anführten, lassen sich nun, nachdem diese Bewegung der Erde selbst mit mathematischer Gewißheit durch die Aberration des Lichts, wodurch jeder Stern jährlich in Miniatur die Erdbahn am Himmel beschreibt, hergestellt ist, gleichfalls als Folgen dieser Bewegung nennen. Ich meine

1) das Rückwärtsgehen und Stillstehen der oberen Planeten, das §. 42, 3 näher erklärt wurde;

2) den §. 41 bereits angeführten scheinbaren Lauf der Sonne um die Erde, so daß also der sogenannte Thierkreis oder Zodiakus nicht den Weg bezeichnet, den die Sonne durch die verschiedenen Sternbilder nimmt, sondern den die Erde jährlich durchläuft;

3) die §. 19 bereits erwähnte, zu verschiedenen Zeiten veränderte Ansicht des Himmels;

4) den im vorigen §. erläuterten Unterschied zwischen Sterntag und Sonnentag, der gleichfalls durch die wirkliche Bewegung der Erde um die Sonne entsteht.

Als anderweitige Folgen bemerken wir nun:

5) die Eintheilung unserer Zeit nach Jahren u. s. w.

Wenn der Begriff Jahr im Allgemeinen einen Kreislauf, eine Wiederkehr in sich selbst bezeichnet (annus, annulus), so versteht man unter einem siderischen Jahr die Zeit, welche die Erde braucht, einen vollständigen Umlauf um die Sonne zu vollenden, oder zu demselben Punkte ihrer Bahn zurückzukehren, von dem sie ein Jahr vorher ausgegangen war, was am besten ersichtlich, wenn die Sonne mit einem und dem nämlichen Sterne wiederum in demselben Meridiane zu stehen kömmt. Die Zeit, welche die Erde dazu gebraucht, beträgt 365 Tage 6 Stunden 9 Minuten 12 Sekunden, und wird von ihr mit einer bewunderungswürdigen Genauigkeit eingehalten, so daß sie bei der großen Reise, die sie jährlich zurücklegt, selbst nicht um einige Sekunden ihre Wiederankunft beschleunigt oder verzögert.

Unter dem tropischen Sonnenjahr aber begreift man die Zeit, welche verfließt, bis die Erde wiederum zu demselben Durchschnittspunkte ihrer Bahn mit der des Aequators zurückgekehrt ist. Gewöhnlich wählt man dazu den Durchschnittspunkt mit dem Zeichen ♈, den Frühlingsäquinoctialpunkt, wo die Erdbahn den Aequator am 21. März durchschneidet, und zählt die Länge des tropischen Jahrs

von da an bis zu einem abermaligen Durchschnitte der Erdbahn mit dem Aequator in demselben Zeichen des ♈. Weil jedoch, wie wir bald sehen werden, dieses jährliche Durchschneiden nie an demselben Punkte der Ekliptik wieder geschieht, sondern stets etwas früher, so daß also die Erde bis dahin keinen vollständigen Kreislauf um die Sonne vollendet hat, so ist leicht daraus ersichtlich, daß das tropische Jahr etwas kürzer als das siderische seyn muß. Der Unterschied beider beträgt 20 Minuten 24 Sekunden, und die Länge des tropischen Jahres ist demnach bloß 365 Tage 5 Stunden 48 Minuten 48 Sekunden.

Man pflegt gewöhnlich nach diesem Jahr zu rechnen, weil mit ihm die, auf die Anordnung des bürgerlichen Lebens so einflußreichen Jahreszeiten in unmittelbarem Zusammenhange stehen, und nennt es daher auch das bürgerliche Jahr, das am 1. Januar seinen Anfang nimmt; in so ferne aber auch die Astronomen darnach rechnen und es vom 21. März an beginnen lassen, heißt es auch das astronomische.

6) Von der Bewegung der Erde um die Sonne endlich, welche, wie wir aus dem ersten Keplerischen Gesetze wissen, nicht in einer kreisförmigen, sondern elliptischen Bahn, in deren einem Brennpunkte die Sonne steht, Statt findet, kommt es her, daß wir bald der Sonne näher stehen, bald uns von ihr entfernter befinden, und uns daher nach dem zweiten Keplerischen Gesetze bald schneller bald langsamer bewegen. Die größte Nähe sowohl als die größte Entfernung von der Sonne erreichen wir aber in den beiden Endpunkten der großen Achse der elliptischen Bahn, und deßhalb heißt der Punkt a (Fig. 30*), wo ersteres geschieht, die Sonnennähe oder Erdnähe (perihelium oder perigaeum) und der Punkt b, wo wir am weitesten von der Sonne entfernt sind, die Sonnenferne oder Erdferne (aphelium oder apogaeum). Zu Hipparchs Zeiten lag das

Aphelium im 5° der Zwillinge, jetzt befindet es sich im 10° des Krebses, indem dasselbe jährlich gegen 12 Sekunden in der Ekliptik vorrückt. Das Perihelium liegt gegenwärtig im 10° des Steinbocks, so daß wir erst 10 Tage nach dem Wintersolstitium in der größten Nähe der Sonne sind. Den Durchmesser ab der Erdbahn selbst nennt man die Absidenlinie, und den Winkel, den der von der Sonne an die Erde in irgend einem Punkte der Bahn gezogene Radius Vektor mit dieser Linie, vom Punkte b aus gerechnet, macht, heißt die Anomalie der Erde. So ist z. B. die Anomalie der Erde im Punkte e der Winkel esb.

Die verschiedene Entfernung der Erde von der Sonne merkt man am besten an der Verschiedenheit des Winkels, unter welchem uns der Durchmesser der Sonne erscheint. Je weiter ein Gegenstand von derselben Größe sich von uns entfernt, um so kleiner wird der Winkel, unter welchem wir sein Bild sehen. Derselbe beträgt nun für die Sonnenscheibe Anfangs Juli, wo wir von der Sonne am weitesten abstehen, 31 Minuten 31 Sekunden, und merklich weniger als im Anfang Januar, zur Zeit unserer Sonnennähe, wo er 32 Minuten 35 Sekunden mißt, und also um 1′ 5″ kleiner ist.

Im Punkte a bewegt sich die Erde am schnellsten und legt täglich die größten Strecken ihrer Bahn zurück, daher auch hier der Unterschied zwischen mittlerer und wahrer Zeit am bedeutendsten und zwar positiv. Im Punkte b dagegen treten die entgegengesetzten Erscheinungen ein, und die Sonnenuhren gehen für diese Stelle der Erde in ihrer Bahn nach mittlerer Zeit zu früh.

γ. Folgen aus der jährlichen Bewegung der Erde um die Sonne und der stets parallelen Lage der Erdachse, unter welcher erstere geschieht.

§. 49.

Die so eben angeführten Erscheinungen zeigen sich als Folgen von der Bewegung der Erde um die Sonne, in so ferne nur überhaupt diese Bewegung vor sich geht; die folgenden aber treten nur ein vermöge der Stellung und Lage der Achse, welche die Erde bei dieser Bewegung einmal angenommen hat und stets beibehält. Durch diese Stellung allein wird das ewige Einerlei, welches sowohl hinsichtlich der Dauer der Tage als der Jahreszeiten auf der Erde Statt fände, wenn ihre Achse auf der Ebene der Ekliptik senkrecht stehen würde, vermieden, und durch diese kleine Ursache die schönsten und erfreulichsten Wirkungen in Bezug auf unsere Erde und deren Bewohner hervorgebracht.

Die Erde bewegt sich nämlich in ihrer elliptischen Bahn einmal so, daß ihre Achse gegen die Ebene der Ekliptik unter einem Winkel von 66½° beständig geneigt ist, und zweitens, daß diese Umdrehungsachse während der Bewegung der Erde um die Sonne sich stets parallel bleibt. Daher schreibt sich nun:

§. 50.

1) Der verschiedene Lauf der Sonne am Himmelsgewölbe, und die damit zusammenhängende längere oder kürzere Dauer der Tage.

Läge die Erdachse in der Ebene der Bahn, worin der Mittelpunkt der Erde sich bewegt, so würde die Hälfte der Erdkugel, und zwar diejenige, deren Pol der Sonne stets zugekehrt ist, beständig von der Sonne beschienen werden und diese selbst den unter dem Pol befindlichen Erdenbewohnern stille zu stehen, den vom Pole dem Aequator zu Wohnenden aber stets größere vollständige Kreisbögen am Himmel zu beschreiben scheinen. Die andere Hälfte der Erdkugel würde die Sonne gar niemals zu Gesichte bekommen und alles Lichtes und der damit verbundenen Wärme beraubt seyn. Offenbar wäre diese Lage der Erdachse gegen die Sonne für unseren Wohnort selbst die unvortheilhafteste, da er nur zur Hälfte bewohnbar wäre; aber selbst bei der senkrechten Lage der Erdachse gegen die Ebene der Erdbahn würde ein großer Theil der Erde sich nicht in dem Maaße seines Lebens und Daseyns freuen können, wie es ihm durch die schiefe Lage der Achse gegönnt ist. Es würde zwar die ganze Erde bei der senkrechten Stellung der Achse innerhalb 24 Stunden, der Zeit ihrer Umdrehung, gänzlich beschienen werden, und Tag und Nacht überall gleich lang seyn, allein den Aeqnatorsbewohnern ginge die Sonne stets über ihren Scheiteln in einem größten Kreisbogen weg, bei den von dem Aequator nach den Polen zu Wohnenden aber beschriebe sie stets kleinere Bögen, so daß die Polbewohner selbst die Sonne ganz tief am Horizont erblicken und wenig ihres Glanzes und ihrer Wärme theilhaftig würden.

Steht dagegen die Erdachse schief auf der Ebene der Ekliptik, so kommt es in Bezug auf obige Erscheinungen des Sonnenlaufs lediglich nur darauf an, in welcher Stellung zur Sonne die Erde sich befindet. Da aber die Erdachse stets eine parallele Lage beibehält, so kann es sich nicht fehlen, daß bei der Bewegung der Erde um die Sonne alle Stellungen zum Vorschein kommen, die überhaupt nur möglich sind, und so in Hinsicht der Beleuchtung und Er-

wärmung die größte Mannigfaltigkeit eintritt. Betrachten wir zunächst nur 4 Hauptstellungen, in welchen die Erde auf ihrer jährlichen Reise sich zur Sonne befindet, und zwar in den beiden Punkten der Absidenlinie E und E'' (Fig. 30) und in den Endpunkten E' und E''' der Linie, die auf letzterer senkrecht steht und durch den Mittelpunkt der Sonne geht.

Steht die Erde in E und ist ihr Nordpol der Sonne zugekehrt, so beleuchtet letztere auf einmal die Halbkugel e b o und bei der Drehung der Erde um ihre Achse entbehrt die Oberfläche des den Nordpol zum Mittelpunkt habenden Kugelabschnitts e N f gar nie das Sonnenlicht und hat beständig Tag, während der gleichgroße Kugelabschnitt r S o am Südpol sich gar keines Sonnenlichtes erfreut und ewige Nacht hat. Der äußerste Kreis beider Kugelabschnitte ist vom Pole selbst um den Bogen N e, dem Complementswinkel zur Neigung der Erdachse, d. i. um $23\frac{1}{2}$ ^{0} entfernt, und die Sonne berührt daselbst bei ihrem täglichen kreisförmigen Umlauf den Horizont im Nordpunkte. Die dem Nordpol näheren Parallel-Kreise haben die Sonne beständig über ihrem Horizont und zwar in mit dem Aequator parallel laufenden Himmelskreisen; je weiter man sich aber vom Nordpole entfernt, um so kürzer werden die Tage, bis am Aequator selbst im Punkte d Tag und Nacht gleich sind und weiter südlich die Tage stets kürzer werden als die Nächte. In welchem Maaßstabe dies geschieht, ersieht man in der Figur am besten, wenn man für einzelne Punkte der Erde mit dem Aequator E d parallele Kreise zieht. Gesetzt, es befände sich im Punkte c unser liebes Nürnberg, so wird für die Stellung der Erde in E, welche, wie wir bald sehen werden am 21 Juni Statt hat, die Linie s c den Durchmesser des Kreises bezeichnen, in welchem wir uns bei der Achsendrehung der Erde täglich bewegen, und von diesem Kreise bewegen wir uns in dem größeren Bogen, der von einer

durch den Punkt g dieses Durchmessers Senkrechten abgeschnitten wird, beständig im Sonnen-Lichte und nur den bei weitem kleineren Theil des Kreises beschreiben wir bei Nacht. Der Tag währet dann für uns (zu Nürnberg) 16 Stunden 4⅓ Minuten (§. 65), so daß die Nacht nicht einmal die Hälfte so lang als der Tag dauert.

Was aber den Bogen betrifft, in welchem sich die Sonne am Himmelsgewölbe zu bewegen scheint, so wird derselbe von der täglich größten Höhe der Sonne über unserem Horizont abhängen. In unserer Figur finden wir dieselbe für unseren Wohnort Nürnberg im Punkte c, wenn wir untersuchen, unter welchem Winkel die parallelen Strahlen der Sonne am 21 Juni bei uns auffallen. Dieß geschieht aber nach den Gesetzen der Geometrie unter dem Winkel, den ein mit der Centrale E O paralleler Sonnenstrahl c l mit der in dem Punkte c an die Erde gezogenen Tangente f b macht, so daß also der Winkel l c b die Richtung der Strahlen bezeichnet und zugleich die Höhe der Sonne über dem Horizont angibt. Die Größe des Winkels l c b findet man aber leicht, wenn man bedenkt, daß er dem Winkel c b E gleich ist, und der Winkel c E b = unserer Polhöhe c E d weniger der Schiefe der Ekliptik b E d, d. i. $49^\circ\ 27' - 23^\circ\ 28' = 25^\circ\ 59'$ groß ist. Zieht man die Größe dieses Winkels c E b von 90° ab, so erhält man den Winkel l c b $= 64^\circ\ 1'$ als die größte Höhe der Sonne am 21 Juni, welche um $23^\circ\ 28'$ größer ist als die des Aequators, und woher es kommt, daß die Sonne nicht im wahren Ostpunkte auf- und im Westpunkte untergeht, sondern beides um eben so viel Grade von beiden Punkten nördlicher geschieht.

Befindet sich die Erde im Punkte E′ der Figur, von uns aus betrachtet gerade vor der Sonne, so daß sie die unerleuchtete Seite uns zukehrt, so ist leicht ersichtlich, daß bei ihrer Umdrehung um die Achse N′ S′ nach und nach die ganze Erde innerhalb 24 Stunden von der Sonne be-

schienen wird, und jeder Ort 12 Stunden lang Tag und eben so lange Nacht hat. Die Höhe der Sonne ist bei uns bedeutend geringer als im Punkte E und der Höhe des Aequators über unserem Horizonte d. i. 40° 33′ gleich, deßhalb auch ihr Weg am Himmel in viel kleineren Bögen als in E geschieht, und sie im wahren Ostpunkte auf= und im wahren Westpunkte untergeht.

Kommt die Erde bei ihrer weiteren Bewegung um die Sonne in den Punkt E″ zu stehen, so treten dieselben Erscheinungen ein wie in E, nur mit dem Unterschiede, daß beide Pole jetzt ihre Rolle vertauscht haben und das dort vom Nordpole und der nördlichen Hälfte der Erdkugel Gesagte jetzt vom Südpole und der südlichen Erdhälfte gilt. Die Oberfläche des südlichen Kugelabschnitts q S″ h hat jetzt beständig Tag, während die des nördlichen m N″n in immerwährender Nacht sich befindet; von q aus nach dem Aequator i werden die Tage stets kürzer, bis sie in i selbst 12 Stunden lang sind, von da aus aber gegen den Nordpol noch fortwährend an Dauer abnehmen, so daß sie bei uns im Punkte k nicht länger währen, als 7 Stunden 56 Minuten. Was aber die geringste Höhe der Sonne bei uns betrifft, so ist sie, nach einem ähnlichen Verfahren wie bei dem Stand der Erde in E, nicht größer als der Winkel k w E″ = 90° — ∠ k E″ w = 90 — (49° 27′ + 23° 28′) = 17° 5′, woraus sich nicht nur überhaupt ihr täglich niedriger Stand im Meridiane und die kleinern niederen Kreisbögen erklären, in welchen sie am südlichen Himmel dahin wandert, sondern ihr um 23° 28′ vom wahren Ostpunkte südlicher Auf= und vom wahren Westpunkte südlicher Untergang.

Die vierte Hauptstellung der Erde endlich in E‴, wo sie genau hinter der Sonne sich befindet und uns ihre erleuchtete Hälfte zukehrt, bietet vollkommen dieselben Erscheinungen dar, als wie sie sich in E′ befand. Tag und Nacht sind auf der ganzen Erde gleich, und für jeden Ort

steht die Sonne Mittags so hoch, als die Aequatorshöhe desselben beträgt, welche bei uns 40° 33′ ausmacht, so daß sie durch die Mitte des südlichen Himmels sich zu bewegen scheint, und im wahren Ostpunkte auf- und im wahren Westpunkte untergeht.

Was nun die mittleren Stellungen betrifft, welche die Erde in ihrer Bahn zwischen den 4 angegebenen Hauptstandorten einnimmt, so ergibt sich, daß auf der Strecke von E′ bis E″ die Länge der Tage für die nördliche Halbkugel allmählig ab-, für die südliche dagegen stets zunimmt, in der Strecke von E‴ bis E dagegen die Tage für die südliche Halbkugel stets ab- und für die nördliche stets zunehmen. Im Punkte E hat die nördliche Halbkugel ihren längsten und die südliche ihren kürzesten Tag, und im Punkte E″ tritt der umgekehrte Fall ein, und die nördliche hat ihren kürzesten, die südliche ihren längsten Tag; in den Punkten E′ und E‴ endlich haben beide Halbkugeln gleich lange Tage.

So verschieden aber auch Tag und Nacht auf der ganzen Erde vertheilt sind, so merkwürdig ist es doch, daß nach Verlauf des Jahres kein Theil derselben vernachlässigt wurde, indem jeder genau ein halbes Jahr Tag und eben so lange Nacht hatte.

§. 51.

2) Der verschiedene Wechsel der Jahreszeiten.

Mit der so eben beschriebenen, verschiedenen Beleuchtung der Erde von der Sonne, die, wie wir gesehen haben, in der schiefen, sich stets parallel bleibenden Lage der Erdachse gegen die Ekliptik und in der jährlichen Bewegung der Erde um die Sonne ihren Grund hat, steht

nothwendiger Weise, da Licht und die damit verbundene Wärme die belebenden Prinzipe in der ganzen Natur sind, der physische Zustand unserer Erde im genauesten Zusammenhang, und daher der verschiedene Wechsel der Jahreszeiten.

Stände die Erdachse auf der Ekliptik senkrecht, so würden wir dieses Wechsels gänzlich entbehren; auf die Aequatorialgegenden fielen die Sonnenstrahlen das ganze Jahr hindurch senkrecht, vor ewiger Hitze würde alles Lebende vertrocken und verschmachten, dagegen an den Polen wegen den äußerst schief auffallenden und deßhalb unwirksamen Strahlen Alles vor Kälte erstarren und ewiger Tod daselbst herrschen würde. Die geringere Entfernung, welche die Erde im Perihelium von der Sonne hat, würde keine merkliche Aenderung in der Jahreszeit herbeiführen, da wir wissen, daß nicht gerade die größere Nähe der Erde an der Sonne, die stärkere Wirkung der Sonnenstrahlen hervorbringt, sondern die mehr senkrechte Richtung, mit der sie auffallen.

Betrachten wir nun die Erde zuerst im Punkte E‴ (Fig. 30) und folgen ihr dann in ihrer von West nach Ost gehenden Richtung. Es ist für uns am 21 März, wo die Erde diese Stellung zur Sonne einnimmt und zwar im Zeichen der Waage, von dem aus wir die Sonne diametral gegenüber im Zeichen des Widders erblicken. Tag und Nacht sind auf der ganzen Erde gleich, und jeder Ort bekommt die Sonnenstrahlen unter einem Winkel, welcher der Höhe des Aequators über seinem Horizont gleich ist, und der bei uns 40° 33′ beträgt, während die Aequatorsbewohner die Sonne senkrecht über ihren Scheiteln haben. Die Jahreszeit, welche mit dieser Stellung der Erde für ihre nördlichen Bewohner eintritt, ist der Frühling, für die südlichen, der Herbst.

Bei der weiteren östlichen Bewegung der Erde von E‴ nach E, welche durch die Zeichen des Scorpions,

des Schützen bis zu dem des Steinbocks erfolgt, wobei die Sonne diametral gegenüber durch die Zeichen des Stiers, der Zwillinge bis zu dem des Krebses sich bewegt zu haben schien, kehrt sich der Nordpol in dem Maaße der Sonne beständig mehr zu als der Südpol sich von ihr abkehrt; die Sonnenstrahlen fallen stets weniger schief auf und erwärmen um so mehr, als die Tage fortwährend an Dauer zunehmen; neues Leben und Fruchtbarkeit belebt die nördliche Halbkugel. Im Punkte E angekommen hat sich der Nordpol N der Erde der Sonne am meisten genähert, und alle Orte der nördlichen Halbkugel erhalten daselbst die Sonnenstrahlen am wenigsten schief, oder die Sonne hat für sie ihren höchsten Standpunkt am Himmel erreicht und verweilt am längsten über dem Horizont. Der Kugelabschnitt e N f am Nordpole hat beständig Tag, während der gleiche r S o am Südpole beständig Nacht hat, und vom Aequator E d an nehmen nach Norden die Tage in demselben Maaße zu als sie gegen Süden abnehmen. Die nördliche Halbkugel erhält daher wegen der größten Höhe der Sonne und ihrem längsten Verweilen über dem Horizont die wirksamste und anhaltendste Beleuchtung und Erwärmung, es beginnt für sie der Anfang des Sommers, für die südliche dagegen der Anfang des Winters, und zwar geschieht dieß am 21 Juni, als an welchem Tage die Erde ihre Stellung E zur Sonne einnimmt. Auf dem Aequator selbst fallen die Sonnenstrahlen schief oder in einem Winkel von $66^1/_2{}^0$ auf, dagegen auf den um $23^1/_2{}^0$ nördlich von ihm abliegenden Parallelkreis, dessen Halbmesser a u ist, genau senkrecht.

So wie von der Stellung der Erde in E''' bis zu der in E, welche vom 21 März bis zum 21 Juni erfolgte, der Nordpol sich immer mehr der Sonne zukehrte, dadurch die Sonue für die nördliche Halbkugel immer höher zu stehen kam und die Tage fortwährend zunahmen, so tritt jetzt von E bis E', wo die Erde sich durch die Stern-

bilder des Wassermanns und der Fische bis zu dem des Widders bewegt hat, die Sonne dagegen durch die, diesen diametral gegenüber liegenden des Löwen, der Jungfrau bis zu dem der Waage ihre Bahn genommen zu haben schien, die umgekehrte Erscheinung ein. Die Sonne, welche sich im Zeichen des Krebses befindet, erreicht keine größere Höhe mehr, sondern scheint vielmehr eine gleiche beizubehalten (Sommersolstitium), bis man nach einiger Zeit dennoch merkt, daß ihre Höhe etwas abnimmt und sie im Zeichen des Krebses ihre aufsteigende Bewegung geändert und sich gewendet hat. Der Parallelkreis, welchen man sich durch diesen Punkt des Himmels gezogen denkt, heißt der Wendekreis des Krebses, und der mit ihm concentrische, irdische Kreis, dessen Halbmesser au ist, der nördliche Wendekreis der Erde. Die Sonnenstrahlen fallen stets schiefer auf die nördliche Halbkugel, die Tage nehmen daselbst fortwährend ab, bis im Punkte E′, wo die Erde am 23 September von ihrer Reise angelangt ist, für die ganze Erde dieselbe Erscheinung eintritt, welche wir schon bei ihrer Stellung in E‴ kennen lernten. Tag und Nacht sind auf der ganzen Erde gleich lang, die Sonne bewegt sich in der Bahn des Himmelsäquators und also senkrecht über den Scheiteln der Bewohner des Erdäquators hinweg, und es tritt für die nördliche Halbkugel die Jahreszeit ein, welche wir Herbst nennen.

Bei der weitern östlichen Bewegung der Erde von E′ bis E″, durch die Sternbilder des Stiers und der Zwillinge bis zu dem des Krebses, während welcher Zeit die Sonne selbst die Sternbilder des Skorpion und Schützen bis zum Steinbock zu durchlaufen schien, genießt der Südpol der Erde dieselben Vortheile, die dem Nordpole in der Bahnstrecke der Erde von E‴ bis E zu Theil wurden. Der Südpol kehrt sich stets mehr der Sonne zu und erhält deren Strahlen unter einer stets weniger schiefen Richtung. Es beginnt für ihn der Frühling, die Tage werden stets länger und

neues Leben und Fruchtbarkeit tritt an die Stelle der Ruhe und der Alles vernichtenden Kälte, welcher er in E ausgesetzt war. Der Pol, zu dessen Erdhälfte wir gehören, wird dagegen von der Sonne stets mehr abgewendet, täglich weniger kräftig und lang von ihr beschienen, so daß endlich im Punkte E'', wo der nördliche Kugelabschnitt m N'' n gar keiner Beleuchtung und Erwärmung von der Sonne sich erfreut, während der südliche q S'' h die beständige Gegenwart der Sonne über dem Horizont genießt, für Nürnberg im Punkte k die Sonnenstrahlen unter dem schiefen Winkel l k w von 17° 5' auffallen, oder die Sonne nicht höher als 17° 5' über unserem Horizont steht, und vom Parallelkreis k y, in welchem wir uns während der Achsendrehung der Erde bewegen, nicht mehr als das kleinere Bogenstück, das von ihm durch die durch den Punkt v Senkrechte abgeschnitten wird, der Beleuchtung durch die Sonne ausgesetzt ist und die Dauer des Tages nicht länger als 7 Stunden 56 Minuten währt. Trotz dem, daß wir uns der Sonne jetzt über 700000 Meilen näher befinden als im Punkte E, stellt sich für uns eine empfindliche Kälte ein und der Winter nimmt in E'', wo die Erde im Zeichen des Krebses, die Sonne dagegen in dem des Steinbocks steht, am 21 December seinen Anfang. (Wendekreis des Steinbocks).

Von E'' nach E''' bewegt sich die Erde durch die Zeichen des Löwen und der Jungfrau bis zu dem der Waage, während die Sonne durch die, diametral diesen gegenüber liegenden, Zeichen des Wassermanns und der Fische bis zu dem des Widders ihre Laufbahn fortsetzt. Der Nordpol kehrt sich der Sonne mehr zu, diese erreicht für seine Bewohner stets eine größere Höhe über dem Horizont und beschreibt größere Bögen am Himmelsgewölbe; die Tage nehmen fortwährend zu, bis die Erde wieder nach E''' gelangt ist, in welcher Stellung wir sie schon betrachteten und von ihr aus ihren jährlichen Umlauf beginnen ließen.

Es geschieht dieß am 21 März, ein Jahr ist vorüber, und es beginnt nun von Neuem derselbe Kreislauf der Erscheinungen, wie wir ihn so eben beschrieben haben.

Vom Zeichen des Steinbocks aus, wo die Sonne sich am 21. December befindet, erhebt sich dieselbe für die nördliche Halbkugel stets mehr und mehr und, steigt über den Aequator bis zu ihrem höchsten, ihrem Wendepunkte im Zeichen des Krebses, von dem aus sie wiederum beständig mehr gegen den Aequator herabsinkt, bis sie unter ihm ihren tiefsten Standpunkt im Zeichen des Scorpions erreicht hat und um $23^{1}/_{2}{}^{0}$ südlich vom Aequator absteht. Wir nennen deßhalb die Zeichen ♑, ♒, ♓, ♈, ♉, ♊ die aufsteigenden, und die andere Hälfte derselben ♋, ♌, ♍, ♎, ♏, ♐ die niedersteigenden; die Bewohner der südlichen Halbkugel dagegen würden jene die niedersteigenden und letztere die aufsteigenden heißen, so wie überhaupt bei ihnen viele Erscheinungen eintreten, die den zu gleicher Zeit bei uns Statt findenden gerade entgegengesetzt sind.

Wenn für uns der Frühling beginnt, nimmt für die südliche Halbkugel der Herbst seinen Anfang; zur Zeit unserer heißesten Tage im Sommer herrscht dort die strengste Kälte; fängt bei uns der Herbst an, tritt für die südliche Halbkugel der Frühling ein, und während wir unsere Weihnachten im strengen Winter feiern und die erstorbene Natur wenig die uns widerfahrne Freude mit uns theilt, geschieht es dort in den wärmsten Sommertagen, zur Zeit der Pracht und Fülle der mütterlichen Erde.

Damit soll jedoch keineswegs gesagt seyn, daß wir bei diesem Wechsel der verschiedenen Jahreszeiten im Vergleich mit unseren südlich wohnenden Mitbrüdern übervortheilt und hintangesetzt worden seyen. Im Gegentheil sind wir vor ihnen bevorzugt, denn aus der Bewegung der Erde in einer elliptischen Bahn um die Sonne und der Lage der Erdachse erklärt sich nach dem zweiten Keplerischen Gesetze

§. 52.

3) das längere Aufhalten der Sonne in der nördlichen Erdhälfte, als in der südlichen.

In ihrer größten Sonnenferne befindet sich die Erde im Zeichen des Steinbocks zur Zeit unseres Sommeranfangs, so wie in ihrer größten Sonnennähe im Zeichen des Krebses, wo für die südliche Haldkugel der Sommer beginnt. Ob nun gleich letztere Halbkugel die Sonne um c. 700000 Meilen zur Zeit ihres Sommers näher hat, als es für uns zu derselben Zeit der Fall ist, und man hieraus auf eine größere und wirksamere Erwärmung derselben durch die nähere Sonne schließen sollte, so wird doch dieser Vortheil der größeren Sonnennähe, den die südliche vor der nördlichen Halbkugel voraus hat, bedeutend überwogen durch die längere Dauer des Sommers, welche der nördlichen vor der südlichen vergönnt ist. Denn nicht nur ist der Bogen der elliptischen Bahn von E‴EE′, den die Erde von unserem Frühlingsanfang an bis Ende des Sommers beschreibt, größer als der Bogen E′E″E‴, welchen die Erde während des Frühlings und Sommers der südlichen Halbkugel in ihrer Bahn zurücklegt, sondern die Erde, welche im Punkte E um c. 700000 Meilen von der Sonne weiter absteht als im Punkte E″, bewegt sich auch in dem Bogenstücke bei E täglich merklich langsamer als in dem bei E″, wegen der geringeren Kraft der Schwere, mit der die Sonne sich gegen die Erde, in Folge der größeren Entfernung, geltend zu machen im Stande ist. Und so geschieht es, daß die Sonne zur Beschreibung ihres Weges vom Sternbild des Widders bis zu dem der Waage 8 Tage länger braucht, als von dem der Waage bis zu dem des Widders, und daß deßhalb die nördliche Halbkugel, bei welcher während des Laufs der Sonne vom

Widder bis zur Waage Frühling und Sommer eintritt, diese Jahreszeiten, vorzüglich letztere, um eben so viel Tage länger hat, als die südliche.

Von ♈ bis ♋	gebraucht	die	Sonne	92	Tage,	21^h	16′
„ ♋ bis ♎	„	„	„	93	„	13^h	52′
„ ♎ bis ♑	„	„	„	89	„	17^h	8′
„ ♑ bis ♈	„	„	„	89	„	1^h	31′

§. 53.

Als eine weitere Folge der jährlichen Bewegung der Erde um die Sonne und der Lage der Erdachse ergibt sich ferner

4) das Vorrücken der Nachtgleichen (Praecession) und das Schwanken der Erdachse (Nutation).

Unter Ersterem versteht man die Erscheinung, daß die Sonne von dem Durchschnittspunkte der Ekliptik und des Aequators im Zeichen des Widders, allwo sie für alle Erdbewohner Tag und Nacht gleich macht, bis zu ihrem abermaligen Durchschnittspunkte in demselben Zeichen nicht einen vollständigen Kreis am Himmel beschreibt und der Frühlingsäquinoctialpunkt nach Verlauf eines Jahres nicht an demselben Punkte des Fixsternenhimmels sich befindet, sondern daß dieser Kreis um $50^1/_5$ Sekunden jährlich zu klein ist und der Durchschnittspunkt um denselben Bogen sich westwärts oder rückwärts, gegen die Ordnung der Zeichen, bewegt hat. Man kann die Erscheinung deßhalb auch ein Zurückweichen der Nachtgleichen nennen, nämlich dem Orte nach, was man der Zeit nach ein Vorrücken nennt; und wirklich kommen auch beide Benennungen derselben nicht selten vor. Nun fragt es sich, worin dieselbe ihren Grund hat und wie man zu ihrer Entdeckung gelangte.

Den Durchschnittspunkt des ♈, erinnern wir uns aus §. 17, gebrauchten schon die Alten als Anhaltspunkt, um in Bezug auf ihn und die zwei größten Ebenen des Aequators und der Ekliptik, denen er beiden gemeinschaftlich ist, die Lage der verschiedenen Himmelskörper zu bestimmen. Aber schon Hipparch (140 v. Ch. in Alexandrien) bemerkte, daß im Vergleich mit den 160 Jahre früher von Timocharis und Aristillus gemachten Beobachtungen, die vom Frühlingspunkte an auf dem Kreis der Ekliptik gerechnete Länge aller Sterne um gleichviel, nämlich gegen 2°, größer geworden sey und sich folglich der Aequinoctialpunkt um eben so viel Grade rückwärts bewegt habe. Ptolemäus fand 270 Jahre später die Länge wiederum größer, und so sah man sie stets zunehmen und weiß jetzt nach den neuesten Beobachtungen und Untersuchungen genau, daß sie für jeden Stern jährlich 50¹/₅ Sekunden beträgt, oder daß der Durchschnittspunkt des Aequators und der Ekliptik sich jährlich um eine Bogenstrecke von 50¹/₅ Sekunden von Ost nach West rückwärts auf der Ebene der Ekliptik bewegt, das tropische Jahr deßhalb um 20 Minuten 24 Sekunden kürzer als das siderische ist. §. 48, 5. In 100 Jahren rückt der Punkt ♈ um 1° 23′ 40″ zurück, so daß es seit Hipparchs Zeiten schon gegen 30° geschehen ist, und er sich bereits um ein ganzes Zeichen von dem, worin er damals stand, entfernt befindet. Es war aber dies im Sternbilde des Widders, und deßhalb finden wir jetzt den Frühlingsäquinoctialpunkt im rückwärtsliegenden Sternbild der Fische, und Zeichen und Sternbild passen nicht mehr zu einander, und man muß, da man die Zeichen ♈ und ♎ für die jedesmaligen Aequinoctialpunkte beibehielt, stets vom Zeichen aus um ein Sternbild rückwärts rechnen, wenn man den dem Zeichen entsprechenden Ort der Ekliptik, in welchem sich ein Himmelskörper befindet, angeben will (§. 16). Dieser Unterschied der Zeichen und Sternbilder wird jährlich größer,

und erst in 25813 Jahren, welchen Zeitraum man das große platonische Jahr nennt, werden wieder Zeichen und Bilder zusammenfallen, nachdem der Aequinoctialpunkt in dem größten Kreise der Ekliptik sich vollends rückwärts bewegt hat.

Bei diesem Zurückweichen bleibt, wie die Erfahrung lehrt, die Schiefe der Ekliptik, so wie die Entfernung der Sterne von derselben, was wir ihre Breite nennen (§. 17), stets ungeändert, und es ist daraus wenigstens ersichtlich, daß die Präcession oder die Veränderung, welche die Sterne in ihrer Länge erleiden, nicht von einer geänderten Lage der Ekliptik gegen die Fixsterne herkomme, sondern vielmehr einer Bewegung der Aequatorsebene, oder was dasselbe ist, der Erdachse zuzuschreiben sey. Letztere nun könnte auf doppelte Weise vor sich gehen: einmal nämlich so, daß die Erde selbst in derselben Lage beharre und nur die Achse und mit ihr der Aequator und die mit ihm parallelen Tagekreise eine veränderte einnehmen; oder daß die Erde mit Beibehaltung derselben Achse und desselben Aequators ihre Stellung ändere. Allein bei genauerer Erwägung sehen wir, daß nur auf letztere Weise die Bewegung der Erde Statt finden könne, indem die erstere eine Veränderung der Pol- und Aequatorshöhe aller Orte, so wie der Cardinalpunkte des Horizonts (Ost-, Süd-, West-, Nord-Punkt), von der sich jedoch nicht die mindeste Spur entdecken läßt, voraussetzen würde.

Die Erde muß demnach mit ihrer Achse und ihrem Aequator ihre Lage gegen die Fixsterne und die Ekliptik ändern, jedoch mit der Bedingung, daß ihre Pole gegen die letztere dieselbe Neigung beibehalten. Dieß geschieht nun auf folgende Weise:

In Figur 31 stelle EL die Ebene der Ekliptik, AQ die des Aequators und CP, NC die in dem Mittelpunkte beider errichteten Senkrechten, oder ihre Achsen dar; so heißt der Punkt P am Himmelsgewölbe der Pol der Ekliptik,

und der Punkt N der Endpunkt der Weltachse, oder der Nordpol des Himmels. Sollen nun die Punkte ♈ und ♎, wo sich beide Ebenen durchschneiden, sich rückwärts von ♈ nach ♈' bewegen, dabei die Ekliptik mit ihrem Pole eine unveränderte Lage beibehalten und die Schiefe der Ekliptik oder die Entfernung des Nordpols vom Pole der Ekliptik, d. i. der Bogen P N stets von gleicher Größe seyn, so kann dies nur dadurch geschehen, daß sich die Weltachse N C, mit welcher die Aequatorsebene A Q unzertrennlich verbunden ist, in einem vom Pol P der Ekliptik um den Bogen P N entfernten Breitenkreise, gegen die Ordnung der Zeichen von N nach M allmählig rückwärts bewege. Dadurch weicht zugleich der Durchschnittspunkt ♈ rückwärts nach ♈', die Schiefe der Ekliptik, so wie überhaupt ihre Lage bleibt stets dieselbe und alle Erscheinungen lassen sich vollkommen daraus erklären. Die Länge der Sterne nimmt stets zu, während ihre Breite von Seite der Präcession keine Aenderung erleidet; die einen Sterne nähern sich scheinbar dem Pol, wogegen die anderen sich von ihm entfernen, daher die veränderte Declination und Rectascension derselben.

Allein in der Bewegung der Weltachse in dem Breitenkreise N M O erkennen wir nichts anderes, als die Bewegung unserer Erdachse, deren Endpunkt verlängert den Weltenpol bezeichnet; und die Präcession hat demnach darin ihren Grund, daß die Erdachse nicht, wie wir bisher voraussetzten, vollkommen ein und dieselbe Lage, während die Erde ihren Umlauf vollendet, beibehält, sondern in der Wirklichkeit sich in einem Zustande beständiger, obwohl äußerst langsamer Bewegung befindet, in deren Folge sie nach und nach auf jeden Punkt des kleinen fraglichen Breitenkreises O M N hinzeigt. Jetzt zeigt sie auf den Punkt hin, welchem der äußerste Schwanzstern des kleinen Bären am nächsten steht, und deßhalb wird gewöhnlich dieser Stern (**Polaris**) als der Ort des Nordpols selbst angegeben.

Seine Entfernung vom wahren Pole beträgt auch gegenwärtig nicht mehr als 1° 30′, und wird im Jahre 2103 selbst nur noch 27′ ausmachen. Um das Jahr 2700 v. Ch. war der Stern α im Drachen Polarstern. Vor 2000 Jahren stand ein Stern in der Schulter des kleinen Bären dem Nordpol am nächsten und konnte als Polarstern gelten, und so wird in 12200 Jahren der glänzende Stern zweiter Größe, Deneb im Schwan, die merkwürdige Stelle eines Polarsterns einnehmen und sich dem Pole bis auf einige Grade nähern.

§. 54.

Die langsame Bewegung von jährlich $50\frac{1}{5}$ Sekunden, um welche die Erdachse in dem Kreise N M O sich rückwärts bewegt, ist keine gleichförmige, sondern wird durch eine andere kleine gestört, und so zur ungleichförmigen gemacht. Dieß geschieht nemlich durch das Schwanken der Erdachse, Nutation genannt, in Folge dessen die Erdachse bei der Präcession z. B. nicht stets nach dem Punkte M des Breitenkreises N M O gerichtet ist, sondern, während der Pol nach M zurückweicht, sich in einer kleinen Ellipse in der Richtung M i k gegen die Ordnung der Zeichen um den Punkt M bewegt, und der wahre Pol sich also bald außerhalb, bald innerhalb, bald in dem Umfang des Breitenkreises N M O befindet und dem Nordpole der Ekliptik bald näher, bald entfernter steht. Der Unterschied selbst, oder die große Achse der Ellipse, in welcher sich der Pol bewegt, beträgt 19 Sekunden, und um so viel ist folglich auch die Schiefe der Ekliptik, die durch den Abstand des Weltpols vom Ekliptikpol gemessen wird, bald kleiner bald größer; überschreitet jedoch nicht die angegebenen Grenzen dieses Unterschieds, da der Pol den Umfang der Ellipse in $18\frac{1}{2}$ Jahren durchläuft, und nach dieser

Epoche derselbe Kreislauf der Erscheinungen wiederum beginnt.

Bradley, dem wir die Entdeckung der Aberration des Lichtes (§. 46) verdanken, war auch der Erste, der uns nicht nur überhaupt mit der Nutation der Erdachse und der daraus hervorgehenden größeren oder kleineren Rectascension und Deklination der Sterne bekannt machte, sondern auch in der ungleichen Wirkung des Mondes auf unsere Erde während der Zeit, daß die Durchschnittspunkte seiner Bahn mit der Ekliptik in einem vollständigen Kreisumfang sich rückwärts bewegen, den Grund der Erscheinung mit großer Zuverlässigkeit angab. Dieser Zeitraum dauert gleichfalls 18½ Jahre, wie wir später sehen werden, so daß wir also von dieser Seite her für eine beständige Abnahme der Schiefe der Ekliptik nichts zu fürchten haben, und uns nach andern Gründen umsehen müssen, in Folge deren die wirkliche Abnahme derselben Statt findet.

Seit Eratosthenes (250. v. Ch.) nämlich hat die Schiefe der Ekliptik bis auf die neueste Zeit um nicht weniger als gegen 24 Minuten abgenommen, und wenn man auch gleich den älteren Beobachtungen nicht unbedingtes Zutrauen schenken darf, indem die Instrumente, mit welchen sie gemacht wurden, noch zu wenig genau verfertigt waren, so weiß man dennoch nach den neuesten Beobachtungen mit großer Zuverlässigkeit, daß die Abnahme derselben in einem Jahrhunderte auf 52 Sekunden zu setzen sey. Obgleich nun im Verhältniß zu diesem Zeitraum die Abnahme sehr gering ist, so würden doch im Verlaufe der Zeit die climatischen Veränderungen, welche einzelne Erdstriche dadurch erleiden müßten, nicht unbemerkbar und für die Polbewohner am fühlbarsten seyn. Allein die neuere Astronomie, La Place an der Spitze, hat nicht nur in der allgemeinen Anziehung der Körper gegeneinander, hauptsächlich der anderen Planeten in Bezug auf unsere Erde, die Ursache der Abnahme der Ekliptikschiefe aus un-

gemein scharfsinnigen und mühsamen Berechnungen nachgewiesen, sondern auch, insbesondere zum Troste der bemitleidswerthen Bewohner der Polargegenden, die erfreuliche Entdeckung gemacht, daß diese Abnahme nur bis zu einer gewissen Gränze, bis auf 1° 29′, fortgehen könne, dann ein Stillstand und hierauf wieder ein Zunehmen eintreten werde und so in dem Klima der Erdoberfläche nur geringe Abänderungen sich einstellen würden.

Beide Bewegungen, welche aus der Präcession und Nutation, aus der Bewegung und dem Schwanken der Erdachse, hervorgehen, so wie die Abnahme der Schiefe der Ekliptik, verändern zwar den scheinbaren Ort der Himmelskörper untereinander nicht im Mindesten, gleichwie wir entfernte Gegenstände auf dem Lande in ihrer richtigen Lage sehen, nur daß sie bald zu steigen, bald zu fallen scheinen, je nach den Schwankungen des Schiffs auf dessen Verdeck wir uns befinden; in Bezug auf das Zurückweichen des Durchschnittspunkts der Ekliptik und des Aequators aber nimmt die Länge der Sterne stets zu, so wie ihre Breite zwar nicht von dieser Seite her, aber durch die Abnahme der Schiefe der Ekliptik merklich abnimmt. In Bezug auf Declination und Rectascension findet dagegen von Seite der Abnahme der Schiefe der Ekliptik keine Veränderung Statt, da bei derselben die Ekliptik-Ebene sich um ihre Durchschnittslinie mit dem Aequator wie um eine Achse herumbewegt und weder diese Durchschnittspunkte noch die Ebene des Aequators die geringste Aenderung in ihrer Lage dadurch erleiden; aber die Präcession und Nutation, vermöge derer der Pol stets nach einem anderen Punkt des Himmels gekehrt ist, machen sich in dieser Hinsicht geltend, und verändern beständig, wenn auch nur um geringe Größen, die Declination und Rectascension der Sterne, wie wir aus den astronomischen Ephemeriden, wo solche Veränderungen alljährlich genau berechnet sind, genugsam ersehen können.

c) Mathematische Eintheilung der Erdoberfläche durch gewisse Linien zur geographischen Ortsbestimmung, so wie nach Zonen, Sphären, Klimaten und der Eintheilung ihrer Bewohner nach ihrem Schatten und ihrer Lage.

§. 55.

Schon bei den in §. 31 u. s. w. besprochenen Gradmessungen wurden wir zur Erwähnung verschiedener, auf der Oberfläche unserer Erde gezogen gedachter Linien veranlaßt, und sahen daselbst, daß diese mit den an der Himmelskugel befindlichen, die wir schon früher zum bessern Orientiren an derselben kennen lernten, in nächster Beziehung stehen.

Die Erdkugel ist mit der Himmelskugel genau concentrisch und beide drehen sich, nur in entgegengesetzter Richtung, um dieselbe Achse. Daher liegen genau senkrecht unter den Polen des Himmels die Pole der Erde, unter den Sternen des Himmelsäquators zieht sich senkrecht der Erdäquator dahin, und gestattet auf diese Weise seine Lagebestimmung, und mit ihm denken wir uns nach den beiden Polen hin concentrische, auf der Erdachse perpendikulär stehende Kreise beschrieben, die unter den Tagskreisen an der Himmelskugel senkrecht oder mit denselben in einerlei Ebene sich befinden, und in Bezug auf unsere Erde **Parallelkreise** genannt werden. Zu ihnen gehören der nördliche und der südliche irdische Wendekreis, so wie die beiden, von den Polen um $23\frac{1}{2}^0$ abstehenden irdischen Polarkreise, welche alle genau senkrecht unter den himmlischen kreisen, und deren Entfernung vom Aequator ihre geographische **Breite** genannt wird, und zwar ihre

nördliche oder südliche, je nachdem sie vom Aequator aus dem Nord- oder Süd-Pol zu liegen. Alle Orte in dem nämlichen Parallelkreis haben gleiche Breite, und man findet dieselbe, wenn man sich, wie bereits weiter oben erwähnt, irdische Meridiane, d. h. größte Kreise, deren Durchmesser die Erdachse ist und welche den Aequator perpendiculär durchschneiden, gezogen denkt und den Abstand des Orts in einem solchen Meridiane vom Aequator aus mißt. Letzteres geschieht aber, wie wir bei den Gradmessungen gesehen haben, durch die Messung des Bogens, um welchen ein im Zenith des Ortes, dessen Breite gesucht wird, befindlicher Stern bei seiner Culmination vom Aequator absteht.

Dieser Bogen ist, wie leicht ersichtlich, gerade so groß als der Abstand des Pols vom Horizont, oder die Breite eines Orts ist genau der Polhöhe desselben gleich, so daß es demnach keine Schwierigkeit hat, für jeden einzelnen Ort die Breite darnach zu bestimmen. Denn gesetzt, (Fig. 32) P S sey die Erdachse, A Q der Aequator und N ein Ort der Erde, in dessen Meridian Z E und zwar in seinem Zenith, also in dem verlängerten Erdhalbmesser C N, der Stern Z culminirt; so bezeichnet Bogen A N oder der ihm gleiche Z E die geographische Breite des Orts N. Der wahre Horizont des Ortes N geht als größter Kreis der Erde durch ihren Mittelpunkt und steht auf der vom Zenith aus nach letzterem gezogenen Geraden senkrecht, so daß der Bogen P T die Polhöhe des Orts angibt. Da nun Arc. $AN + NP = 90^0$, $NP + PT = 90^0$, also $AN + NP = NP + PT$, so ist $AN = PT$, oder die geographische Breite des Orts N ist seiner Polhöhe gleich.

§. 56.

Allein mit der Angabe der Breite eines Orts auf unserer Erde ist dessen Lage keineswegs schon genau bestimmt, so wenig wie die eines Sterns, dessen bloße Declination ohne Rectascension wir kennen; und wir wissen durch sie nur so viel, daß er sich in einem, um die angegebene Breite vom Aequator nördlich oder südlich entfernt liegenden, parallelen Kreise befindet. Es bleibt demnach noch zu bestimmen übrig, in welchem Punkte dieses Kreises, oder in welchem durch diese Kreise gezogenen irdischen Meridiane der Ort, dessen Breite wir bereits kennen, seine Stelle habe, oder wie weit er von einem gewissen Meridiane, den wir als ersten setzen, entfernt sey, d. h. welche geographische Länge ihm zukomme.

Welchen dieser Erdmeridiane wir als ersten setzen, ist an sich gleichgiltig, da keiner von der Natur gleichsam ein Vorrecht dazu erhalten hat. Die ältesten Geographen zogen deßhalb auch den ersten Meridian durch die äußersten Gränzen der ihnen bekannten Länder: bei Gibraltar durch die Säulen des Herkules; nach der Entdeckung von Amerika zogen ihn einige durch eine der canarischen, andere der azorischen Inseln, wieder andere durch die des grünen Vorgebirgs, und machten dadurch stets Reduktionen nöthig, denen im Jahre 1645 Ludwig XIV. durch die Verordnung: den ersten Meridian durch die canarische Insel Ferro zu ziehen, ein Ende zu machen gedachte. Die Deutschen folgten bald dem Beispiele der Franzosen, und so kam es immer mehr in Aufnahme, den durch Ferro gezogenen Meridian als den ersten zu setzen und die Landcharten darnach zu verfertigen. Denn hauptsächlich zum Behuf dieses letzteren Zweckes mußte man eine Uebereinkunft und Uebereinstimmung wünschen; mögen die Astronomen selbst immerhin den Meridian, der durch ihre Sternwarte

geht, als den ersten annehmen, wie die französischen den von Paris, die englischen den von London oder Greenwich, die deutschen den von Berlin, Wien, München, Göttingen ꝛc.; die Kenntniß, um wie viel ihr Meridian von dem von Ferro entfernt ist, läßt leicht ihre Tabellen auf diesen Normalmeridian reduciren.

Von dem Meridian von Ferro aus zählt man nun die geographische Länge nach Osten hin, so daß z. B. Paris um 20° von Ferro östlich abliegt, oder die geographische Länge dieser Stadt 20° beträgt, und zählt diese Länge in derselben Richtung bis 360° fort. Andere dagegen zählen von Ferro aus 180° östliche und 180° westliche Länge.

Die Bezeichnung der mit dem Aequator parallelen Kreise als solchen, auf denen man die Länge mißt, und der auf den Aequator vom Pole aus senkrecht gezogenen Kreise als solchen, welche die Breite eines Orts bestimmen, schreibt sich übrigens von der Ansicht der Alten (Herodot) her, daß der Durchmesser der Erdscheibe von Morgen nach Abend größer als von Mittag nach Mitternacht sey, weil das ihnen in der Richtung von Ost gen West bekannte Land eine größere Ausdehnung, als in der von Nord nach Süd hatte.

§. 57.

So wie nun die Lage eines Punktes in einer Ebene bekannt ist, wenn man dessen Entfernung von zwei der Lage nach gegebenen, nur nicht parallelen, Linien kennt, so gilt dieß nun auch von der geographischen Lage eines Ortes auf der Oberfläche der Erde. Die zwei der Lage nach gegebenen krummen Linien sind der Aequator und der Meridian von Ferro; die geographische Breite des Orts sagt, in welchem mit dem Erdäquator parallelen Kreis der nördlichen oder südlichen Halbkugel derselbe liege, und

die geographische Länge, in welchem von Ferro aus nach Osten gezählten Meridiankreise dieß gleichfalls der Fall sey. Wo beide Kreise, der Parallel- und Meridiankreis, sich durchschneiden, muß nothwendigerweise der Ort selbst sich befinden, und seine Lage kann durchaus nicht mit der eines anderen verwechselt werden. Es können zwar zwei verschiedene Orte gleiche geographische Länge und Breite haben, aber dann ist nothwendig die Bedingung, daß letztere entgegengesetzt, die eine nördlich, die andere südlich sey. Außerdem haben nur diejenigen Orte gleiche geographische Länge, welche unter einem und demselben Meridian liegen, und diese ist um so größer, je weiter östlich derselbe vom Meridian von Ferro abliegt, für welchen letzteren die Länge selbst 360° oder 0° beträgt.

Was nun die Größe der verschiedenen Breiten- und Längengrade betrifft, so ist den Eigenschaften der Kugel zu Folge, als welche wir hier den Erdball betrachten, leicht ersichtlich, daß zwar die Grade der Breite, die wir vom Aequator aus nach dem Nord- und Süd-Pol zu zählen, stets von gleicher Größe verbleiben, daß dieß aber keineswegs bei den Graden der Länge Statt finde; diese vielmehr vom Aequator aus, allwo sie ihre größte Ausdehnung haben, nach den Polen zu stets an Größe abnehmen und am Pole selbst von gar keiner mehr sind. Unter dem Aequator selbst läßt sich die Größe eines solchen Längengrades leicht bestimmen, wenn man bedenkt, daß es derer 360 sind, die den Umfang der Erde ausmachen, welcher 5400 geographische Meilen beträgt. Die Größe eines Längengrades unter dem Aequator ist demnach 5400 : 360 = 15 geogr. Meilen, welche Größe auch jedem Grad der Breite zukommt; in welchem Maaße aber die Längengrade nach den Polen hin, oder mit der geographischen Breite abnehmen, mag aus folgender Tabelle ersehen werden:

§. 58.

Tabelle über die Abnahme der Parallelkreise und ihrer zugehörigen Grade vom Aequator nach den Polen.

Für die Breite von Grad	hält der Grad geogr. Meilen	hält der Umfang des Parallelkreises geogr. Meilen	Für die Breite von Grad	hält der Grad geogr. Meilen	hält der Umfang des Parallelkreises geogr. Meilen
0	15,000	5400,00	45	10,607	3818,52
1	14,998	5399,28	47	10,230	3682,80
3	14,979	5392,44	49	9,841	3542,76
5	14,944	5375,16	51	9,440	3398,40
7	14,888	5359,68	53	9,027	3249,72
9	14,815	5333,40	55	8,604	3097,44
11	14,724	5300,64	57	8,169	2940,87
13	14,617	5261,40	59	7,726	2781,36
15	14,488	5215,68	61	7,272	2617,92
17	14,344	5163,84	63	6,810	2451,60
19	14,182	5105,52	65	6,339	2282,04
21	14,003	5041,08	67	5,861	2112,96
23	13,807	4970,52	69	5,375	1935,00
25	13,605	4897,80	71	4,884	1758,24
27	13,365	4811,40	73	4,385	1578,60
29	13,119	4722,84	75	3,882	1397,52
31	12,857	4628,52	77	3,374	1214,64
33	12,580	4528,80	79	2,862	1030,32
35	12,287	4423,32	81	2,346	844,56
37	11,980	4312,80	83	1,828	658,08
39	11,657	4196,52	85	1,307	470,52
41	11,321	4075,56	87	0,785	282,60
43	10,970	3949,20	89	0,262	94,32

§. 59.

Aus der 24 stündigen Umdrehung der Erde um ihre Achse wissen wir, daß jeder Erdmeridian sich unter allen Himmelsmeridianen binnen derselben Zeit wegbewegt und jeder Ort, der in einem solchen Erdmeridiane liegt, einen Kreis beschreibt von der Größe des Parallelkreises der Erde, in welchem er sich befindet. Unter dem Aequator beträgt dieser Parallelkreis, den ein daselbst liegender Ort während der 24 stündigen Bewegung der Erde um ihre Achse beschreibt, bekanntlich 5400 Meilen; je weiter aber Orte vom Aequator den Polen zuliegen, desto kleinere Parallelkreise beschreiben sie, so daß der Pol selbst in voller Ruhe sich befindet, sich gar nicht bewegt.

Daraus ist nun leicht zu berechnen, wie viel Meilen ein solcher im Aequator liegende Ort in kleineren Zeiträumen zurücklegt, um daraus auf seine Schnelligkeit und die der Erde überhaupt einen Schluß zu ziehen.

Da er in 24 Stunden 5400 Meilen beschreibt, so kommt hier auf die Stunde 225 Meilen, auf die Minute $3^3/_4$ Meilen und auf die Sekunde $^1/_{16}$ Meile; und eben so leicht läßt sich die Geschwindigkeit finden, mit welcher ein Ort von verschiedener Breite in den obigen kleineren Zeiträumen bei der Achsendrehung der Erde sich bewegt, da man nun die Länge des ganzen Parallelkreises aus der im vorigen §. enthaltenen Tabelle leicht entnehmen kann.

Sieht man nicht auf die Länge der Strecke, um welche sich ein Ort der Erde bei ihrer Rotation in einer gewissen Zeit bewegt, welche, wie wir so eben gesehen haben, nach der verschiedenen Breite des Orts ungleich groß ist, sondern auf die Anzahl der Himmelsmeridiane, unter welchen sich Orte von gleicher Länge, in einem gewissen Zeitraum hinwegbewegen, so ist leicht ersichtlich, daß, da jeder Ort in 24 Stunden unter allen Meridianen sich hin-

wegbewegt oder 360° beschreibt, er sich in 1 Stunde um 15°, in 1 Minute Zeit um 15′ im Raume, in 1 Sekunde Zeit um 15″ im Raume und in 4 Minuten Zeit um 1° im Raume ostwärts weiter bewegt.

Befindet sich nun die Sonne bei ihrem jährlichen Umlauf um die Erde in einem gewissen Himmelsmeridian, so haben alle auf demselben Erdmeridiane liegenden Orte alsdann Mittag und ihre Uhren zeigen auf die 12te Stunde, wenn ihr Meridian mit dem der Sonne zusammenfällt, was im Verlauf von 24 Stunden für alle Bewohner der verschiedenen Erdmeridiane Statt findet; nur mit dem Unterschiede, daß die östlicher liegenden Erdmeridiane früher mit dem Himmelsmeridian, in welchem sich die Sonne befindet, zusammentreffen und ihre Bewohner deßhalb früher Mittag haben, als die westlicher liegenden; und zwar wird letzteres nach der obigen Berechnung um eine volle Stunde der Fall seyn, wenn der erstere Ort vom letzteren um 15° in der Länge östlicher liegt. Je weiter nach Osten ein Ort von einem gewissen anderen, welcher der Einfachheit halber im ersten Meridiane liegen soll, entfernt ist, oder je größer die geographische Länge eines Ortes ist, um so früher trifft sein Meridian mit dem der Sonne zusammen, und um so eher haben seine Bewohner hinsichtlich derer, welche sich auf dem ersten Meridiane befinden, Mittag. Wie viel dies in Zeit betrage, läßt sich aus der geographischen Länge des Ortes leicht berechnen, da wir wissen, daß eine Länge von 15° schon einen Unterschied von 1 Stunde herbeiführe, und der um 15° westlicher liegende Ort erst 11 Uhr zählt, wenn der um eben so viel Grade östlicher liegende Mittag hat, so daß sich der Längenunterschied zweier Orte vollkommen genau auch in Zeit angeben, d. h. sich bestimmen läßt, um wie viel früher ein Ort Mittag hat, als ein anderer, und welche Zeit also des

8*

letzteren richtig gehende Uhr anzeigen muß, wenn es beim ersteren Orte gerade 12 Uhr ist.

Gesetzt, es sey in Ferro gerade Mittag, so werden die Orte von 75° Länge nicht auch erst Mittag haben, sondern es werden schon $^{75}/_{15}$, d. i. 5 Stunden verflossen seyn, seit ihr Meridian mit dem der Sonne zusammenfiel, und ihre Uhren also Nachmittags 5 Uhr zeigen.

Umgekehrt findet man auch die geographische Länge, um welche zwei Orte von einander entfernt sind, wenn man genau die Zeit weiß, um welche die Uhr des einen Orts von der des anderen abweicht. Zeigt z. B. die Uhr des Ortes B erst Morgens 8 Uhr, wenn es in A schon 12 Uhr ist, so liegt der Ort B von A um 4. 15 = 60° westwärts, oder die geographische Länge beider differirt um die gleiche Anzahl Grade.

Hieraus ist nun ersichtlich, daß alle 24 Tagesstunden innerhalb eines Tags zu gleicher Zeit auf der Erde Statt finden, und diejenigen Erdbewohner, welche um 180° in der Länge von uns abstehen, dieselben Stunden mit uns zählen, nur mit dem Unterschiede, daß, wenn es bei uns die Stunden des Tags, es daselbst die Stunden der Nacht und umgekehrt sind. Auch die früher §. 47 angeführte Erscheinung, daß die in östlicher Richtung die Erde Umschiffenden bei ihrer Rückkehr einen Tag zu viel, so wie die in westlicher einen Tag zu wenig zählten, erhält durch Obiges nähere Beleuchtung. Hat z. B. der nach Osten Reisende sich um 60° in der Länge von seinem Orte entfernt, so hat er auf seinem Schiffe bereits Mittag, während die Bewohner seiner Vaterstadt erst Morgens 8 Uhr zählen, und er also schon 4 Stunden Zeit gewonnen, welcher Gewinn sich auf einen ganzen Tag erstrecken wird, wenn er sich um 360° östlich von seinem Ausgangsorte bewegt oder die Erde umschifft hat.

Die Europäer in Macao (China), welche von Westen her dahin kamen, zählten deßhalb einen Tag weniger

als die von Ost her nach dem nahen Manilla gekommenen Europäer. Die einen hatten einen halben Tag verloren, die anderen eben so viel gewonnen, und der Unterschied ihrer Zeitrechnung betrug daher einen ganzen Tag.

§. 60.

Die Breite eines Orts, sahen wir früher, ist genau seiner Polhöhe gleich, welche letztere, wenn der Pol selbst durch einen gewissen Stern genau bezeichnet würde, durch unmittelbare Messung der Höhe dieses über dem Horizont gefunden werden könnte. Da dem aber nicht so ist, der äußerste Schwanzstern des kleinen Bären jedoch in jetziger Zeit dem wirklichen Pole ziemlich nahe steht und nur einen ganz kleinen Kreis bei seiner täglichen Bewegung um ihn beschreibt, so mißt man dessen niedrigsten und höchsten Stand am Himmel, welches im Meridiane des Orts der Fall ist, und findet alsdann die Polhöhe, wenn man die halbe Differenz dieser größten und kleinsten Höhe entweder zur kleinsten Höhe addirt, oder von der größten abzieht.

Andere Methoden, die Polhöhe eines Orts zu bestimmen, sind eben so leicht, und die Bestimmung der Breite ist deßhalb wenig Schwierigkeiten unterworfen. Weit schwieriger aber ist die Art und Weise, die Länge eines Orts zu finden; und trotz der Bemühungen der ausgezeichnetsten Astronomen und Mathematiker ist bis jetzt noch kein Mittel erfunden worden, durch welches man vollkommen im Stande wäre, genau und zu jeder Zeit, und unter allen Verhältnissen die Länge des Orts der Erde, an dem man sich gerade befindet, angeben zu können. Die Nothwendigkeit und Wichtigkeit eines solchen Mittels wurde hauptsächlich von den seefahrenden Nationen schon längst erkannt, da es besonders dem Schiffer wichtig seyn muß, auf dem Meere immer den Ort zu wissen, den er mit seinem Fahrzeuge

einnimmt, um darnach seine Fahrt einrichten, gefährliche Stellen vermeiden und so glücklich seinen Bestimmungsort erreichen zu können; und deßhalb setzte auch schon Philipp III. von Spanien auf die Erfindung eines solchen oder, wie man es nannte, auf die Lösung des Problems der Meereslänge, einen bedeutenden Preis; die Holländer bestimmten 50000 Thaler dafür und das englische Parlament unter der Königin Anna bot im Jahre 1746 nicht weniger als 20000 Pfund Sterling dafür als Preis aus. Dennoch gelang es keinem der Gelehrten, die sich mit der Lösung dieses Problems beschäftigten, sich des vollen Preises würdig zu machen, und nur einzelne Theile der letzteren Summe wurden einigen, die der Lösung mehr oder weniger nahe kamen, zuerkannt, wie wir sogleich hören werden.

§. 61.

Wäre Jemand im Stande, eine unwandelbar richtig gehende Uhr zu verfertigen, so würde dadurch das Mittel gefunden seyn, überall und zu jeder Zeit und unter jeglichen Verhältnissen bestimmen zu können, in welchem Grad der Länge man sich befinde. Man brauchte eine solche Uhr bloß nach dem Meridian von Ferro zu stellen, d. h. sie auf 12 Uhr zu richten, wenn die Sonne in Ferro Mittag macht, und eine zweite ähnliche Uhr nach dem Meridiane des Orts gehen lassen, in welchem man sich gerade aufhält. Der Zeitunterschied, um welche beide verschieden gehen, würde den Längenunterschied beider Orte genau angeben, wie wir aus dem vorhergehenden §. wissen, und, da die Breite leicht zu finden, der Schiffer dadurch mit Sicherheit bestimmen können, wo auf der Erde er seinen jedesmaligen Standort habe. Gesetzt z. B. ein amerikanischer Seefahrer beobachte, daß seine zweite

Uhr, die er so eben nach dem Meridian seines Ortes gerichtet hat, gehe 2 Stunden 25 Minuten 20 Sekunden früher als die nach dem Meridian von Ferro gestellte, so weiß er, daß es in Ferro um eben diese Zeit später Mittag ist als an seinem Orte, und daß letzterer in einem Erdmeridiane liege, der um 36 Grade 20 Minuten von Ferro östlich abstehe. Versichert er sich nun noch der Polhöhe seines Orts und findet dieselbe z. B. südlich 34 Grad 10 Minuten, so weiß er die Lage seines Standortes genau, und die mitgenommenen Karten sagen ihm, daß er sich in der Nähe des Vorgebirgs der guten Hoffnung aufhalte.

Allein obgleich man es in Verfertigung richtig gehender Uhren sehr weit gebracht, und der berühmte englische Künstler Harrison 1762 eine dergleichen verfertigt hat, welche auf einer Fahrt von England nach der antillischen Insel Barbados binnen sechs Wochen nur um 54 Sekunden Zeit abwich, so sah man doch bald ein, daß man es dennoch bloß mit gar vielen Zufällen unterworfenen Maschinen, welche unmöglich gegen alle nachtheiligen Einflüsse einer langen Schifffahrt gesichert werden könnten, zu thun habe, denen man unmöglich das Leben so vieler Menschen anvertrauen dürfe, da der unrichtige Gang der Uhr von 16 Sekunden schon einen Fehler von einer Meile verursache.

Man hielt deßwegen die Gefahr, die Meereslänge bloß durch Seeuhren zu bestimmen, für zu groß, und das englische Parlament ließ Harrison, dessen Uhr bei einer zweiten sechsmonatlichen Fahrt die Länge bis auf einen ganzen Grad unbestimmt ließ, bloß die Hälfte des ausgesetzten Preises ausbezahlen.

Nach Harrison lieferten besonders Emery und mehrere große Künstler, wie Mudge, Arnold und die Pariser Berthoud und le Roy vortreffliche Seeuhren (Chronometer,

Zeitmesser); in neuerer Zeit gehen von Breguet in Paris die besten aus.

§. 62.

Ein mehr sicheres Mittel, die Länge eines Orts, besonders auf dem Meere, zu finden, gewährt die Beobachtung der Verfinsterungen des Mondes und der Jupiterstrabanten, deren monatlich im Durchschnitt sich nicht weniger als 33 ereignen, und dem Schiffer Gelegenheit geben, sich darnach zu orientiren, so wie die Beobachtung von Bedeckungen gewisser Sterne durch den Mond. Erstere himmlische Erscheinungen, die Mondsfinsternisse und das Verschwinden und Hervortreten der Monde des Jupiters an seiner Scheibe, treten zwar für alle Orte der Erde, an denen sie überhaupt gesehen werden können, in dem nämlichen Augenblicke ein, so wie ein von seiner undurchsichtigen Umhüllung befreites Licht überall, wo es sichtbar, zur nämlichen Zeit gesehen wird, und ein ausgelöschtes Docht plötzliche Dunkelheit verursacht; müssen aber wegen des verschiedenen Gangs der Uhren, nach denen jeder Ort der Erde rechnet, in verschiedenen Orten zu anderen Stunden des Tags beobachtet werden. Würde z. B. in Ferro eine Mondsfinsterniß um 9 Uhr Abends eintreten, so muß dieß in Paris, das 20° Ostlänge von Ferro hat, früher der Fall seyn und zwar um $^{20}/_{15}$ Stunden, oder um 1 Stunde 20 Minuten, so daß man daselbst beim Eintritt der Finsterniß 7 Uhr 40 Minuten zählt.

Weiß nun der Schiffer, zu welcher Zeit eine solche Finsterniß in einem Orte von bekannter Länge Statt findet und er vergleicht damit die Zeit seiner Beobachtung auf der nach dem Meridiane seines Ortes richtig gestellten Uhr, so wird der gefundene Zeitunterschied, um welchen er die Erscheinung früher oder später sieht, die östliche

oder westliche Länge, um welche er sich von dem bekannten Orte entfernt befindet, genau angeben und der Ort des Schiffs der Länge nach sich dadurch bestimmen lassen. Für mehrere Orte, z. B. für Paris, London, Berlin sind denn aber wirklich die Eintrittszeiten dieser himmlischen Erscheinungen zum voraus berechnet und die Resultate in eigenen Tafeln (Schifferkalendern, astronomischen Ephemeriden) zusammengestellt, so wie auch noch die Zeiten angegeben, wann für einen dieser Orte Fixsterne und Planeten vom Monde bedeckt werden und gewisse bekannte Fixsterne in einer bestimmten Entfernung von ihm sich befinden *).

Tobias Maier, Professor in Göttingen, lieferte (1755) die besten Mondstafeln, mit Hilfe derer man den wahren Ort des Mondes für jede londoner Zeit bis auf 1 Minute genau zu bestimmen vermag, und seinen Erben wurden dafür vom englischen Parlamente 300 Pfund Sterling bewilligt; nach ihm vervollkommnete Bürg dieselben, so daß nach ihnen der Schiffer die Meereslänge so genau zu bestimmen im Stande ist, als er es bedarf. Aber freilich muß der Mond für ihn sichtbar seyn und ein unbewölkter Himmel ihm die Beobachtung gestatten; ist Letzteres, was leider gerade zur Zeit, wo der Schiffer seinen Ort zu wissen am nothwendigsten hat, gewöhnlich der Fall, ihm nicht vergönnt, so bleibt ihm nichts übrig, als sich des unsicheren Mittels zur Bestimmung seiner Meereslänge, der Seeuhren, zu bedienen und nach ihnen den Ort seiner geographischen Länge zu berechnen.

Noch ist eines dritten Mittels: die geographische Länge eines Orts auf dem Lande zu bestimmen, Erwähnung zu machen, das in den sogenannten Pulversignalen besteht.

---

*) Letztere Erscheinungen treten zwar nicht für alle Orte der Erde, an denen sie sichtbar sind, gleichzeitig ein; werden jedoch durch eine Reduction der Beobachtung auf den Mittelpunkt der Erde zu obigem Zwecke vergleichbar gemacht.

In einem Orte von bekannter Länge wird durch Pulver ein schnelles Blickfeuer angezündet und die Zeit, wann dieses an dem anderen Orte, dessen Länge gesucht wird, sichtbar, auf einer nach dem Meridian desselben richtig gehenden Uhr sorgsam beobachtet. Weiß man nun, zu welcher Zeit das Blickfeuer am ersteren Orte angezündet wurde, so gibt der Zeitunterschied den Längenunterschied beider Orte an. Man bedient sich dieses Mittels hauptsächlich zur ganz richtigen und genauen Längen-Bestimmung derjenigen Orte, bei welchen dieselbe in wissenschaftlicher Beziehung wichtig ist, was z. B. bei Sternwarten der Fall; und so wurden die Sternwarten von Greenwich, Paris, München und Wien auf diese Weise mit einander verbunden.

§. 63.

Außer jener Eintheilung der Oberfläche unserer Erde durch die in den vorigen §. §. erwähnten Parallel- und Längenkreise finden noch einige andere, wobei nur erstere Kreise mit in Berührung kommen und die ihren Grund mehr in der Bewegung der Erde um die Sonne und der Lage ihrer Achse haben, Statt.

Unter der Abtheilung der Erdoberfläche nach Zonen versteht man die Lagebestimmung großer Theile ihrer Oberfläche durch mit dem Aequator parallele Kreise. Man zählt deren fünf, und zwar eine Zone, nördlich und südlich vom Aequator, welche durch die §. 31 erwähnten irdischen Wendekreise begrenzt wird; zwei andere liegen zwischen den nördlichen und südlichen irdischen Wendekreisen und Polarkreisen, und die beiden letzten umfassen die Oberfläche der Kugelabschnitte von jedem der Pole bis zum nächsten Polarkreis.

Die zwischen den irdischen Wendekreisen liegende, die Tropenländer (von τρόπαι die Umkehrungspunkte) umfas-

sende, vom Aequator nach beiden Seiten um $23\frac{1}{2}^0$ abliegende Zone, heißt wegen des mehr oder minder senkrechten Auffallens der Sonnenstrahlen daselbst die heiße Zone; die beiden zwischen den Wende- und Polarkreisen oder zwischen den $23\frac{1}{2}$ten und $66\frac{1}{2}$ten Grad der Breite liegenden Zonen, weil sie doch nie des Sonnenlichtes gänzlich entbehren und die Sonnenstrahlen immer noch unter Wärme und Fruchtbarkeit entwickelnden Winkeln empfangen, die gemäßigten, und die beiden letzteren, fast die Hälfte des Jahres in Nacht versunkenen, die kalten.

Die heiße Zone, durch deren Mitte der Aequator hindurch geht, umfaßt von der Oberfläche der Erde, die wir §. 34 zu 9·272176 Quadratmeilen berechneten, mehr denn 3·700000 Quadratmeilen, von denen jeder Punkt zweimal des Jahrs von der Sonne vollkommen senkrecht, außerdem aber im mindesten unter einem Winkel von 90^0 — 47^0 d. i. von 43^0 beschienen wird, was für die irdischen Polarkreise abwechselnd bei der Stellung der Erde in E und E'' (Figur 30) der Fall ist, wo auch auf dem Aequator die Sonnenstrahlen nicht senkrecht, sondern unter einem Winkel von $66\frac{1}{2}^0$ auffallen. Daraus ist nun auch leicht ersichtlich, daß nicht alle Theile der heißen Zone stets gleich stark der Einwirkung der Sonnenstrahlen ausgesetzt, und auch für die einzelnen in ihr liegenden Länder Temperaturunterschiede vorhanden sind, die, freilich in weit geringerem Grade als in den gemäßigten Zonen, eine Verschiedenheit der Jahreszeiten hervorrufen. Die 4 Jahreszeiten treten unter dem Aequator selbst jährlich zweimal ein; außerdem finden in der heißen Zone 2 Sommer, 2 Frühlinge, aber nur ein Herbst und ein Winter Statt. Auch sind die Zeiten der Beleuchtung der Sonne oder die Tage nicht für die ganze heiße Zone von gleicher Länge; nur unter dem Aequator ist Tag und Nacht beständig gleich, für die Wendekreise aber tritt bei den obengenannten Stellungen der Erde in E und E'' ein Un-

terschied selbst von nahe $1\frac{1}{2}$ Stunde ein, um welchen der Tag für den einen der Wendekreise länger, für den andern kürzer als 12 Stunden ist.

Die Oberfläche der beiden gemäßigten, der nördlichen und südlichen, von 23° 28′ bis 66° 32′ Breite sich erstreckenden Zonen beträgt 4800000 Quadratmeilen, also mehr als die Hälfte der ganzen Oberfläche, und kein Ort derselben wird je von der Sonne vollkommen senkrecht, sondern unter stets schieferen Winkeln beschienen, je weiter der Parallelkreis, auf dem er sich befindet, von einem der Wendekreise nach dem Nord- oder Südpole zu entfernt ist, so daß bei der Stellung der Erde in E und E″ einmal der südliche und dann der nördliche Polarkreis von den Sonnenstrahlen nur noch berührt wird. Daher die Verschiedenheit des Clima in den gemäßigten Zonen, als Folge dieses verschiedenen Auffallens der Sonnenstrahlen, die von den Wende- bis zu den Polarkreisen stets zunehmende Länge der Tage und die Verschiedenheit der 4 Jahreszeiten, welche beide letzte Erscheinungen jedoch für beide Zonen, wie wir in §. 51 gesehen haben, im entgegengesetzten Verhältnisse Statt finden. Nur bei der Stellung der Erde in E′ und E‴ haben beide gemäßigte Zonen gleich lange Tage, wie solches überhaupt für alle Orte der Erdoberfläche der Fall ist.

Was endlich die beiden kalten Zonen betrifft, so bemerkten wir schon früher §. 34, daß die südliche mehr abgeplattet ist, als die nördliche, und deßhalb weniger als die Hälfte der 770000 Quadratmeilen, welche beiden zukommen, zählt. Die Sonnenstrahlen fallen hier noch unter schieferen Winkeln auf als in den gemäßigten Zonen, und sind deßhalb ohngeachtet der halbjährigen beständigen Anwesenheit der Sonne abwechselnd über der einen oder der anderen kalten Zone dennoch nicht zur Entwicklung mäßiger Wärme und eines regeren organischen Lebens fähig. Daher an den Polen selbst ewiges Eis und Schnee, und selbst zur Zeit ihres Sommers, den sie, so wie überhaupt die einzelnen

Jahreszeiten, mit der angrenzenden gemäßigten Zone zugleich haben, eine Kälte, die nur eingeborne Menschen und Thiere zu ertragen im Stande sind.

Während der Südpol vom 23 September an bei der Stellung der Erde in E′ von der Sonne beständig beschienen wird, dieß bei der weiteren Bewegung der Erde nach E″ von immer mehr südpolarischen Parallkreisen gilt, so daß selbst der Südpolarkreis am 21 December die Sonne nicht untergehen sieht, und diese beständige Gegenwart der Sonne am Südpole bis zum 21 März währt, entbehrt der Nordpol während derselben Zeit alles Sonnenlichtes und hat eben so lange Nacht, als der Südpol Tag hat. Diese währte demnach ein volles halbes Jahr, vom 23 September bis zum 21 März, wenn sie nicht durch die Dämmerung nahe um 100 Tage abgekürzt würde. Steht nämlich die Sonne selbst noch 18° unter dem Horizont eines Orts, so wird dennoch für die Bewohner desselben ihre Ankunft schon durch den matten weißen Schimmer, den wir Dämmerung nennen, gemeldet. Da nun die Sonne nur vom 12 November bis zum 29 Januar unter dem Horizont des Nordpols niedriger als 18° zu stehen kommt, so kann auch nur dieser Zeitraum als die Länge der eigentlichen Nacht am Nordpole, welche demnach blos gegen 77 Tage beträgt, gerechnet werden. Und selbst diese Nacht wird in etwas durch die langen Mondscheine, durch Nordlichter und durch den Widerschein des Lichtes von den Eis- und Schneebergen dergestalt erhellt, daß man die meisten Arbeiten zu verrichten im Stande ist.

Vom 21 März bis zum 23 September treten für die nördlichen Polarländer dieselben Erscheinungen ein, die bei den südlichen, wie wir so eben sahen, vom 23 September bis zum 21 März Statt hatten, so daß die beiden kalten Zonen ganz entgegengesetzte Tags- und Jahreszeiten haben.

Anmerkung. Unter der heißen Zone, von welcher überhaupt schon die alten Griechen und Römer sich ziem-

lich deutliche Begriffe machten, glaubten sie, müsse Alles vor Hitze umkommen und glühen, so wie in den beiden kalten Alles vor Kälte starren und ewiger Tod herrschen. Wenn sie nun gleich hierinnen irrten, so möchten wir doch, was die Wahl unseres Wohnortes betrifft, mit ihnen darüber einig seyn, daß die gemäßigten Zonen den Menschen gewiß den schönsten Aufenthalt gewähren, und deßhalb auch ihrer Ausdehnung nach durch die Güte des Schöpfers die meisten Wohnsitze zu bieten im Stande sind. Denkt man sich nämlich die Gesammtoberfläche unserer Erde in 23 gleiche Theile getheilt, so kommen derer auf die beiden gemäßigten Zonen 12, auf die heiße 9, und auf die beiden kalten nicht mehr als 2 dieser Theile.

§. 64.

Mit der Eintheilung der Erde in Zonen, ist zugleich eine weitere derselben hinsichtlich ihrer Lage in Sphären, und zwar in die gerade, parallele und schiefe, nahe verbunden.

Den Bewohnern der heißen Zone, zumal denen des Aequators gehen alle Himmelskörper senkrecht von Ost über dem Horizont auf und gehen eben so gegen ihn geneigt in West unter, daher die Lage der Erde für dieselben die senkrechte oder gerade Sphäre heißt. Und da man auf jedem Orte der Erde zu jeder Zeit die Hälfte des Himmels übersieht, so halbirt der Horizont, welcher hier ein Himmelsmeridian ist, alle Parallelkreise des Aequators, dessen Gestirne senkrecht über dem Scheitel des Beobachters kreisen, und jeder Himmelskörper verweilt 12 Stunden über und eben so lange unter dem Horizont, so daß, wenn die Nacht 24 Stunden währte, man alle Sterne des Himmels auf- und untergehen sehen würde,

mit Ausnahme der des Nord- und Süd-Pols, welche im Horizonte selbst liegen und daher keine Höhe haben. Tag und Nacht sind in der senkrechten Sphäre wenig verschieden, und zweimal des Jahrs bewegt sich die Sonne senkrecht über den Scheiteln der Bewohner, was für die unter dem Aequator selbst Statt hat, wenn die Sonne in den Durchschnittspunkten des Aequators und der Ekliptik sich befindet.

Bringt man einen Himmelsglobus so in den künstlich dazu gefertigten Horizont, daß die Weltachse auf letzterem aufliegt und dreht die Erde um dieselbe, so überzeugt man sich leicht von der Wahrheit der so eben angeführten Erscheinungen.

Die kalten Zonen oder eigentlich unsere in der Nähe des Pols wohnenden Brüder liegen in der parallelen Sphäre, deßhalb so genannt, weil alle Himmelskörper in mit dem Horizont, der zugleich der Aequator ist, parallel über einander liegenden Tagskreisen sich bewegen. Im Scheitel des Beobachters in dieser Sphäre liegt einer der Pole und er übersieht mit einemmal zu jeder Stunde seiner langen Winternacht alle Sterne der seinem Pole angehörigen Halbkugel des Himmels, ohne aber je ein der andern Halbkugel angehöriges Gestirn zu Gesichte zu bekommen. Fast ein halbes Jahr verweilt die Sonne beständig über seinem Horizont, so daß er die Tage nicht nach der Zahl der Sonnenaufgänge, sondern nach der Zahl ihrer Durchgänge durch die eine Hälfte seines Meridians zählen muß.

Die Lage des Himmelsglobus in dem dazu gehörigen Horizont auf die Weise, daß die Weltachse auf demselben senkrecht steht, versinnlicht bei der Umdrehung des Globus das Gesagte.

Alle Erdbewohner, welche, genau genommen, nicht in der Nähe des Aequators oder eines der Pole ihren Wohnsitz haben, liegen in der schiefen Sphäre, indem gegen ihren Horizont der Aequator und alle Tagskreise schief

geneigt sind, und daher alle Himmelskörper, welche in denselben sich bewegen, schief auf- und unterzugehen scheinen. Die Anzahl Grade, um welche der Pol eines Orts in dieser Sphäre vom Horizonte absteht, bestimmt die Schiefe der Sphäre und somit die Erscheinungen, die sich bald mehr oder weniger den in der senkrecht oder parallelen Sphäre Statt findenden annähern.

Der Horizont durchschneidet die Tagskreise wegen ihrer schiefen Lage in zwei Theile und wieder andere gar nicht, so daß mehrere Sterne beständig über unserem Horizonte sich befinden, andere fast in vollkommenen Kreisen, die des Aequators in Halbkreisen und wieder andere blos in kleinen Bögen am Himmel sich bewegen, wie wir bereits §. 5 erwähnt haben in Folge unserer in der schiefen Sphäre, in der geographischen Breite von c. 40°, angestellten Beobachtungen. Je kleiner die Polhöhe unseres Orts ist, um so mehr Sterne der anderen Halbkugel des Himmels, dessen Pol uns verborgen, werden uns sichtbar, und um so geringer ist der Unterschied der Zeiten, in denen dieselben uns sichtbar sind und in welchen sie unter dem Horizont kreisen; je größer aber die Polhöhe, um so weniger Sterne der entgegengesetzten Halbkugel zeigen sich uns, und um so ungleicher sind die Zeiten ihres Verweilens und Verschwindens am Horizont, oder in Bezug auf die Sonne, die Längen der Tage und der Nächte.

Bringt man den Himmelsglobus so in den dazu gehörigen Horizont, daß die Weltachse über denselben um eben so viel Grade erhöht ist als die Polhöhe unseres Orts beträgt, so erkennen wir bei der Umdrehung des Globus leicht die für die parallele Sphäre angeführten Erscheinungen.

§. 65.

Endlich findet noch eine Abtheilung der Erdoberfläche nach Klimaten Statt, d. h. nach von zwei Parallelkreisen des Aequators eingeschlossenen Erdstrichen (Zonen), an dessen Gränzen die Dauer des längsten Tags um eine halbe Stunde, oder um einen ganzen Monat verschieden ist.

Unter dem Aequator, wie wir wissen, sind die Tage stets von gleicher Dauer, 12 Stunden lang; nehmen aber bei den Stellungen der Erde in E und E″ (Fig. 30) von dem Aequator aus in jedem Parallelkreis dergestalt für die Bewohner der beiden Hemisphären abwechselnd zu und ab, daß in dem um 66½° vom Aequator abliegenden Parallelkreis (dem Polarkreis) der Tag bis zu 24 Stunden angewachsen, am anderen Polarkreis aber gänzlich verschwunden ist. Diesen Zwischenraum vom Aequator bis zum Polarkreis, in welchem der Tag um 12 Stunden zunimmt, theilte man in 24 Klimate ein, und versteht unter dem ersten jene zunächst des Aequators liegende Zone, an deren oberen, gegen den Pol zu liegenden Parallelkreis der längste Tag bereits eine Dauer von 12½ Stunden, unter dem zweyten, wo der längste Tag am entferntesten Parallelkreis eine Dauer von 13 Stunden ꝛc. erlangt hat.

Vom Polarkreise bis zu dem Pole selbst nehmen die längsten Tage fortwährend zu, und zwar in dem Maaße, daß sie von 24 Stunden zu 6 Monaten anwachsen. Der Klimate zu ½ Stunde würden daher zu viele, und sie selbst ganz unmerklich werden. Man wählte deßhalb Klimate von einem Monat, und zählte deren in jeder kalten Zone 6, so daß wir in jeder Halbkugel im Ganzen 30 haben, und das 25te durch jenen Parallelkreis des Aequators begrenzt wird, in welchem der längste Tag einen

Monat währt, das 26te, wo der längste Tag zwei Monate dauert u. s. w.

In welchem dieser Klimate ein gewisser Ort liegt, und wie lange dessen längster Tag währt, läßt sich aus der Polhöhe desselben nach folgender Tabelle, in welcher die Gränze jedes Klima, dessen Ausdehnung und die Dauer des längsten Tages angegeben ist, leicht bestimmen:

Nürnberg, z. B. dessen Polhöhe 49° 27′ 12″ ist, liegt, wie leicht ersichtlich, im 9ten Klima und sein längster Tag ist über 16 und weniger als $16\frac{1}{2}$ Stunden lang. Um aber seine Länge genauer zu bestimmen, bedenke man, daß die Breite des 9ten Klima, in welchem die Tage um $\frac{1}{2}$ Stunde zunehmen, 2° 58′ beträgt und Nürnberg schon in der 25ten Minute dieses Klima liegt; so wird man durch folgende Proportion leicht noch die Anzahl Minuten finden, um welche die Dauer des längsten Tags daselbst größer ist als 16 Stunden.

$$2^\circ\,58' : 25' = 30' : x$$
$$178' : 25' = 30' : x$$
$$x = 4\tfrac{1}{3}'$$

oder: der längste Tag in Nürnberg währt 16 Stunden $4\frac{1}{3}$ Minuten.

Tafel der Klimate.

A. Halbstündige Klimate.

Nummer	vom Aequator entferntester Parallelkreis des Klima		Breite des Klima		Längster Tag.	
	Grade	Minuten	Grade	Minuten	Grade	Minuten
1	8	34	8	34	12	30
2	16	44	8	10	13	—
3	24	12	7	28	13	30
4	30	48	6	36	14	—
5	36	31	5	43	14	30
6	41	24	4	53	15	—
7	45	32	4	8	15	30
8	49	2	3	30	16	—
9	52	—	2	58	16	30
10	54	31	2	31	17	—
11	56	38	2	7	17	30
12	58	27	1	49	18	—
13	60	—	1	33	18	30
14	61	19	1	19	19	—
15	62	26	1	7	19	30
16	63	23	—	57	20	—
17	64	11	—	48	20	30
18	64	50	—	39	21	—
19	65	22	—	32	21	30
20	65	48	—	26	22	—
21	66	8	—	20	22	30
22	66	21	—	13	23	—
23	66	29	—	8	23	30
24	66	32	—	3	24	—

B. Sechsmonatliche Klimate.

25	67	18	—	46	1	Monat
26	69	44	2	26	2	»
27	72	22	3	58	3	»
28	78	11	4	49	4	»
29	83	50	5	39	5	»
30	90	—	6	10	6	»

§. 66.

Mit der Abtheilung der Erde in Zonen steht die Eintheilung der Bewohner derselben hinsichtlich des Schattens, den sie werfen, wenn sie von der Mittagssonne beschienen werden, im nahen Zusammenhang. Man theilt sie aber ein in

1) Unschattige (Ascii),
2) Zweischattige (Amphiscii),
3) Einschattige (Heteroscii),
4) Umschattige (Periscii).

Die Unschattigen, welche, von der Mittagssonne beschienen, keinen Schatten werfen, können nur in der heißen Zone wohnen, da nur daselbst die Sonne zweimal des Jahrs jedem Orte Mittags senkrecht über dem Kopfe hinweggeht. Dasselbe ist aber auch für die Zweischattigen, welche von der Mittagssonne beschienen, ihren Schatten einmal nach Norden und das anderemal nach Süden werfen, der Fall; so daß streng genommen jeder Bewohner der heißen Zone nur zwei Tage des Jahrs unschattig, und die übrigen Tage, wo ihm die Sonne Mittags entweder im Norden oder im Süden steht und seinen Schatten nach Süden oder Norden wirft, zweischattig ist.

Die Bewohner der beiden gemäßigten Zonen werden die Einschattigen genannt, da sie die Sonne stets nur nach einer Seite hin sehen und deßhalb ihre Schatten das ganze Jahr hindurch ebenfalls nur nach einer Seite hin, die der nördlichen Zone nach Norden, die der südlichen nach Süden werfen.

Umschattig, oder ihren Schatten nach allen Seiten ringsherum werfend, sind die Bewohner der beiden kalten Zonen, so lange die Sonne für sie nicht untergeht, sondern sie beständig umkreist.

§. 67.

Eine zweite Eintheilung der Bewohner der Erde macht man endlich noch hinsichtlich der Lage, in welcher sie sich auf der Erdkugel zu einander befinden, und unterscheidet in dieser Hinsicht

1) Nebenwohner (Perioeci),
2) Gegenwohner (Antoeci) und
3) Gegenfüßler (Antipodes).

Nebenwohner heißen diejenigen Erdbewohner, welche auf dem nämlichen Parallelkreis des Aequators, aber auf einem um 180° entfernten Längenkreise sich befinden; oder deren Orte zwar gleiche geographische Breite, jedoch um 180° verschiedene Länge haben.

Sie haben dieselben Jahreszeiten, dieselbe Dauer der Tage, aber wegen der verschiedenen geographischen Länge entgegengesetzte Tagszeiten, so daß wenn die einen 3 Uhr Nachmittags, die anderen 3 Uhr Morgens zählen.

Unter Gegenwohnern versteht man diejenigen, welche auf demselben Meridiane und auf gleichweit entfernten, aber in verschiedenen Hemisphären liegenden Parallelkreisen leben; oder deren Orte gleiche geographische Länge und gleiche, aber entgegengesetzte (nördliche, südliche) Breite haben.

Ihre Tagszeiten sind wegen der gleichen geog. Länge die nämlichen, die Jahreszeiten dagegen entgegengesetzt.

Die Gegenfüßler endlich liegen in gleich weit von dem Aequator entfernten, aber in verschiedenen Halbkugeln befindlichen Parallelkreisen und in um 180° von einander entfernten Längenkreisen; oder sie haben gleiche, aber entgegengesetzte, geographische Breite und um 180° verschiedene Länge.

Ihr Name kommt davon her, daß sie ihre Füsse einander zukehren, indem sie wirklich auf den Endpunk-

ten eines und desselben Durchmessers der Erde wohnen. Sie haben entgegengesetzte Tags- und Jahreszeiten.

Die auf dem Aequator lebenden Antipoden sind zugleich Nebenwohner, so wie die auf den Polen zugleich Gegenwohner.

C. Der Mond, unser nächster Begleiter.

§. 68.

Von den Betrachtungen unseres Wohnorts, der Erde, aus, die wir in manichfacher Beziehung in dem Vorhergehenden anstellten und uns dadurch eine richtige Kenntniß und Erklärung der großen Erscheinungen, die sich täglich, ja stündlich im unermeßlichen Welltall zutragen, zu verschaffen suchten, gehen wir zu denen unseres nähesten Nachbars, der uns nächst der Sonne von allen Himmelskörpern am meisten angeht und, obgleich als steter Begleiter der Untergebene der Erde, dennoch einen großen Einfluß auf sie ausübt, des Mondes über.

Aus den in §. 14. 2c. bereits angestellten Beobachtungen wissen wir nicht nur, daß der Mond sich täglich, wenn gleich zu verschiedenen Zeiten und in verschiedener Gestalt, gleich der Sonne von Ost nach West am Himmel um die Erde bewege, sondern auch in entgegengesetzter Richtung in Verlauf von c. 27 Tagen in einem größten Kreis den Himmel durchwandere und zwar in derselben Bahn, in welcher dieß binnen eines Jahrs von der Sonne geschieht, in dem sogenannten Thierkreise (Zodiakus).

Allein so wie die tägliche Bewegung der Sonne um die Erde sich später bloß als scheinbar und aus der vierundzwanzig stündigen Drehung der Erde um ihre Achse

hervorgehend erwieß, so ist auch die tägliche Bewegung des Mondes um die Erde nur scheinbar und in derselben Ursache begründet. Was aber die andere Mondsbewegung, die regelmäßige Durchwanderung des Himmels im Zodiakus betrifft, welche zwar nicht gleichförmig, doch stets nach der Ordnung der Zeichen geschieht, so daß er nie stille zu stehen oder rückwärts zu gehen scheint, so schloßen schon die Alten, hauptsächlich aus den später erwähnten Sonnenfinsternissen, daß die Erde der Mittelpunkt der Bahn des Mondes sey, und er diese in 27 Tagen umkreise.

Darin hatten sie denn auch vollkommen recht, und nach ihrer Ansicht von der Unbeweglichkeit der Erde als Centralpunkt des ganzen Weltalls, hätte die Bestimmung dieser Bahn mit wenig Schwierigkeiten verbunden seyn müssen. Daß dieß aber dennoch nicht der Fall war und die Klagen der alten Astronomen: die Bewegung des uns am nächsten stehenden Planeten sey gar sehr verwickelt und unter allen am wenigsten bekannt, nicht selten vernommen werden, kommt, wie wir nun wissen, daher, daß nicht die Erde der Mittelpunkt unseres Planetensystems ist, sondern die Sonne, und der Mond sich innerhalb 27 Tagen in einer Ellipse also um die Erde bewegt, daß er zugleich mit der Erde in ihrer Bahn fortrückt, durch welche doppelte Bewegung seine Bahn weder eine im Weltraum geschlossene Ellipse noch ein Kreis, sondern eine krumme Linie ganz eigener Art wird, von der wir uns vielleicht auf folgende Art eine Vorstellung machen können.

Es sey AH (Fig. 33) ein Stück der mit dem Halbmesser von 20 Millionen Meilen oder der Entfernung der Erde von der Sonne beschriebenen Erdbahn, und die Bögen AB, BC u. s. w. bezeichnen die Stücke derselben, welche die Erde vom 1 Januar an in je vier zu vier Tagen durchläuft. Der um die Punkte A, B rc. beschriebene kleine Kreis bezeichne die Bahn des Mondes um die Erde,

und der Mond selbst stehe in dieser am 1 Januar in a; so wird er am 4. Januar, wenn die Erde in ihrer Bahn nach B gekommen, nicht mehr in derselben Stellung zu ihr sich befinden, sondern, da er in 27 Tagen 7 Stunden 43 Minuten einen vollen Umkreis von 360° um die Erde beschreibt, also täglich 13° 10′ zurücklegt, um 52° 40′ in seiner Bahn weiter gerückt seyn und im Punkte b seinen Standort haben. Am 8 Januar, wo die Erde in C steht, ist er um 105° 20′ in seiner Bahn vorgerückt und befindet sich im Punkte c; und wenn man auf diese Weise fortfährt, dem Monde von 4 zu 4 Tagen bei dem jedesmaligen Standort der Erde seinen Ort in seiner Bahn anzuweisen, so erhält man die Punkte a, b, c, d ꝛc. aus deren Verbindung sich die krumme, nach beiden Seiten der Ekliptik hin sanft gekrümmte Linie a h ergibt, welche der Mond bei seinem elliptischen Umlauf um die Erde am Himmel zu beschreiben scheint, und die er in der angegebenen Zeit von 27 Tagen 7 Stunden 43 Minuten zurücklegt.

§. 69.

In Bezug auf die Erde selber ist, wie bereits erwähnt, die Bahn des Mondes eine Ellipse, in deren einem Brennpunkte sich die Erde befindet, so daß auch hier, wie bei der Erdbahn, von einer größeren und kleineren Entfernung des Mondes von der Erde, von einem Apogaeum und Perigaeum, die Rede ist, und der Mond sich deßhalb bald langsamer, bald schneller bewegt und bald unter einem kleineren, bald größeren Durchmesser uns erscheint. Und zwar beträgt die Entfernung des Mondes von unserer Erde im Apogäum c. 54900, im Perigäum c. 48700 geogr. Meilen, und seine mittlere Entfernung 51800 Meilen, welche demnach der 30maligen Größe des Erddurchmessers gleich zu setzen ist.

Beide Punkte der Mondsbahn, des Apogaeums und Perigaeums, beharren jedoch nicht an ein und derselben Stelle des Himmels, sondern bewegen sich jährlich um c. 41° von Westen gegen Osten, nach der Ordnung der Zeichen vorwärts, so daß die große Achse der Bahn erst nach 8 Jahren 310 Tagen wieder dieselbe Lage einnimmt und sich während dieser Zeit in einem vollen Kreis um den Himmel bewegt hat.

Mit dieser verschiedenen Entfernung des Mondes von der Erde hängt die ungleiche Bewegung in seiner Bahn nothwendig zusammen. In der Erdnähe muß er, kraft der stärkeren Einwirkung der Erde auf ihn, sich schneller bewegen als in der Erdferne; und dieses findet auch in dem Maaße Statt, daß er im Perigäum im Mittel in einer Stunde um 36′ 48″ fortrückt, während dieses im Apogäum in derselben Zeit nur um 29′ 34″ geschieht.

Als zweite Folge der verschiedenen Entfernung des Monds von unserer Erde stellt sich die verschiedene scheinbare Größe des Mondsdurchmessers heraus. Es wechselt aber dieselbe im Mittel von 32′ 2″ bis 29′ 20″, so daß sie bald größer, bald kleiner als die des scheinbaren Sonnendurchmessers ist. Der wahre Mondsdurchmesser selbst wird von den Astronomen zu 468 geographische Meilen bestimmt, und uns dadurch das Mittel an die Hand gegeben, die Größe des Monds hinsichtlich seiner Oberfläche und seines körperlichen Inhalts näher zu bestimmen. Beobachten wir die in §. 34 angegebene Verfahrungsweise, so finden wir die Oberfläche des Monds = 688000 geographische Quadratmeilen, und seinen körperlichen Inhalt = 53664000 geographische Cubikmeilen, der demnach ohngefähr den 50ten Theil von dem der Erde, so wie seine Oberfläche den 14ten Theil der Erdoberfläche beträgt.

Die Ebene, in welcher sich der Mond um die Erde bewegt, liegt nicht genau in der Ebene der Ekliptik, sondern ist gegen sie unter einem Winkel, der sich nicht stets

gleich bleibt, sondern von 5° 1′ bis zu 5° 17′ sich ändert, geneigt, so daß sich der Mond bei seinem Umlauf zwar bald etwas nördlich, bald etwas südlich von der Ekliptik befindet, jedoch keineswegs über den Zodiakus, die von der Ekliptik zu beiden Seiten um 10° abliegende Himmelszone, hinausschweift und wie die Sonne bald in größeren, bald in kleineren Bahnen am Himmel dahin wandert, bald vom Ost- und Westpunkte nördlicher, bald südlicher auf- und untergeht.

Die Linie, in welcher beide Ebenen sich durchschneiden, heißt die Knotenlinie und ihre Endpunkte die Knoten, und zwar der aufsteigende Knoten (☊) jener, wo der Mond nördlich über die Ekliptik heraufsteigt, und der niedersteigende (☋), wo er südlich unter die Ekliptik herabsinkt. Diese Knotenlinie, mit der bei der Bewegung der Erde uns bekannt gewordenen Aequinoctiallinie vergleichbar, hat wie diese keine unveränderte Lage, sondern bewegt sich jährlich in derselben Richtung, d. h. von Ost nach West um 19° rückwärts und bewirkt dadurch, daß erst im 19ten Jahre, nachdem der Mond 223 mal vor der Sonne vorüber gezogen, beide Ebenen wieder in dieselbe Lage kommen und, wie wir später sehen werden, die von dieser Lage bedingten Erscheinungen sich wiederholen.

Was endlich die Lage des Mondes selber betrifft, in welcher er seine Bewegung um die Erde vollendet, so wendet er derselben stets ein und dieselbe Seite zu, wie der Jäger, der einen in seinem Lager ruhenden Haasen umkreist, indem er ihn beständig im Gesichte behält, und vergönnt uns dadurch nur die eine Hälfte seiner Oberfläche zu betrachten. Dabei kehrt jedoch der Mond sein Gesicht allen Weltgegenden zu und dreht sich daher auch während seiner Bewegung um die Erde einmal um sich selbst, was demnach die dritte Bewegung ist, die dem Monde, so wie jedem anderen Trabanten, nament-

lich zu Folge der Beobachtung den Jupiters= und Saturns=trabanten, zukommt.

§. 70.

In dem vorhergehenden §. betrachteten wir den Mond in seiner Bahn um die Erde, ohne dabei auf die Sonne und den Lauf um dieselbe Rücksicht zu nehmen.

Fahren wir nun fort, in ersterer Beziehung dieses zu thun, so mußte man wohl schon sehr frühe die Phasen oder die abwechselnden Lichtgestalten des Mondes, die bei jedem Umlauf desselben um die Erde regelmäßig wiederkehrten und deßhalb in der ersten Kindheit des menschlichen Geschlechts als Zeitmaaß dienten, als Folgen des verschiedenen Standes des Mondes zur Sonne und Erde erkennen und einsehen, daß keineswegs der Mond alle Monate neu entstehe, noch diese Abwechslungen sich auf ihm selbst erzeugen, sondern daß der Mond ein an und für sich dunkler Körper sey, der das Licht, in welchem wir ihn sehen und von dem er bald mehr bald weniger auf unsere Erde zurückstrahlt, gleich wie wir von der gütigen Sonne erhalte.

Demnach richtet sich nun der Mondswechsel ganz nach der Lage, welche der Mond bei seiner Umdrehung um die Erde gegen die Sonne hat, und die Lichtgestalten treten dieser Lage gemäß ganz so ein, wie es bei einem erleuchteten runden Körper der Fall seyn muß. Dieß wird sich aus folgender Betrachtung der Erscheinungen während eines Mondsumlaufs noch näher zeigen.

Bedenken wir nämlich, daß die Entfernung des Mondes von der Sonne so groß ist, daß alle von letzterer ausgehenden Strahlen für jeglichen Stand des Mondes als parallel zu betrachten sind, so wird stets die der Sonne zugekehrte halbe Mondskugel erleuchtet

und die andere bleibt dunkel, und in Bezug auf uns Erdbewohner ist von dieser erleuchteten Halbkugel nur so viel sichtbar, als der größte Kugelkreis, den wir uns durch den Mittelpunkt des Mondes senkrecht auf die von der Erde nach ihm gezogene Linie gelegt denken, davon abschneidet. Dieser Kreis selbst erscheint uns wegen seiner senkrechten Lage auf der von uns nach dem Mittelpunkt des Mondes gezogenen geraden Linie stets als vollkommener Kreis, dagegen jeder andere oder vielmehr dessen Hälfte, der nicht in dieser senkrechten, sondern in einer schiefen Lage sich gegen unser Auge befindet, als ein zusammengedrückter, in die Länge gezogener Kreis, als eine Ellipse, sich zeigt.

§. 71.

Nehmen wir nun an, in T (Fig. 34) befinde sich die Erde, der Kreis 1, 2, 3, 4 ꝛc. stelle die in der Ebene der Ekliptik, als welche wir hier die Ebene des Papiers ansehen, liegende Mondsbahn vor, und von der in der Richtung T S befindlichen Sonne giengen lauter mit T S parallele Strahlen aus; so wird bei der Umdrehung des Mondes um die Erde von der Sonne stets die nach ihr gekehrte Mondshälfte beleuchtet, wie in den Stellungen 1, 2, 3 ꝛc. deutlich ersichtlich, wo die auf T S senkrecht gezogenen, parallelen Linien a b, c d ꝛc. die Beleuchtungsgrenze bezeichnen. Für das auf der Erde T befindliche Auge des Beobachters ist aber diese erleuchtete Hälfte des Mondes, wie leicht einzusehen, keineswegs jederzeit ganz sichtbar, und man bestimmt für jeden Stand des Mondes den uns sichtbaren Theil seiner erleuchteten Hälfte, wenn man von T aus an des Mondes Mittelpunkt eine Linie sich gezogen und auf ihr in demselben Mittelpunkte eine

senkrechte Ebene, deren Durchschnitt mit der Ekliptik hier durch die Peripherie des äußeren Kreises angedeutet ist, errichtet denkt.

Befindet sich der Mond in 1, so schneidet die in seinem Mittelpunkte auf T 1 gezogene Senkrechte nach T hin gar keinen Theil der erleuchteten Mondshälfte ab, und der Mond ist für uns gar nicht vorhanden, uns völlig unsichtbar, welche Lage wir durch die Benennung Neumond bezeichnen. Rückt der Mond aber ein kleines Stück in seiner Bahn weiter und steht daselbst in 2, so schneidet die in 2 auf T 2 errichtete Senkrechte schon nach T hin einen kleinen Theil von der beleuchteten Hälfte durch die Linien 2 d, 2 m ab, welche, da wir es mit keinem Kreis, sondern einer Kugel zu thun haben, wir uns als Halbmesser größter Kreise, und das erleuchtete Stück d 2 m nicht als einen Kreisausschnitt, sondern als einen keilförmigen Kugelausschnitt, dessen krumme Oberfläche beleuchtet ist, denken müssen. Die eine Kreisebene 2 m dieses keilförmigen Kugelausschnitts, dessen krumme Oberfläche, wie gesagt, für uns sichtbar, steht auf der Gesichtslinie T 2 genau senkrecht und wir sehen demnach ihre Begrenzung als vollkommenen Halbkreis; die andere 2 d dagegen macht mit der Gesichtslinie T 2 einen spitzen Winkel und eine Folge davon ist, daß sich ihre Begrenzung nicht als ein vollkommener Kreis, sondern als eine Ellipse darstellt, und das Bild des Mondes ohngefähr also erscheint, wie es sich im erleuchteten Theile der Kugel II. zeigt.

Bei der Stellung des Mondes in 3 wird von der auf unsere Gesichtslinie T 3 gezogenen Senkrechten ein noch größeres Stück f 3 n von der beleuchteten Hälfte abgeschnitten, als es bei seinem Standort in 2 der Fall war; der Winkel des keilförmigen Kugelausschnitts ist größer geworden und damit seine beleuchtete Oberfläche; die eine Kreisebene 3 n steht auf der Gesichtslinie T 3 senkrecht und ihre Begrenzung zeigt sich als Kreis, dagegen ist die zweite

f 3 unter einem spitzigeren Winkel als in 2 gegen sie geneigt, und ihr Umfang erscheint als ein noch mehr zusammengedrückter Kreis, eine noch mehr in die Länge gezogene Ellipse, so daß das erleuchtete Bild des Mondes sich ohngefähr wie bei III darstellt. Diese Sichel des Mondes wird bei seiner weiteren Bewegung stets größer, der Mond ist im Zunehmen, bis er in seiner Bahn um 90° von seiner Stellung in 1 weiter gerückt ist und sich in 4 befindet. Die auf die Gesichtslinie T 4 Senkrechte p 4 schneidet von der erleuchteten Mondshälfte gerade die Hälfte ab, so daß wir demnach den beleuchteten vierten Theil der Mondskugel sehen und zwar in der Art, daß die eine Ebene p 4 des Kugelausschnitts auf T 4 senkrecht steht und als erleuchteter Halbkreis erscheint, die andere h 4 aber mit T 4 in ein und derselben Ebene liegt und vom Auge bloß als die gerade Linie g h gesehen wird. Der Mond hat deßhalb die Gestalt eines Halbkreises, dessen Peripherie der Sonne zugekehrt ist, welche wir mit der Benennung: Erstes Viertel, bezeichnen.

Je weiter sich der Mond von 4 aus in seiner Bahn fortbewegt, um ein so größeres Stück schneidet die auf der Gesichtslinie senkrechte, durch den Mittelpunkt des Mondes hindurch gehende Ebene von der erleuchteten Mondshälfte ab, und desto größer ist der Winkel des keilförmigen Kreisausschnitts, dessen krumme Oberfläche wir von der Sonne beleuchtet sehen. Die eine Ebene desselben steht auf der Gesichtslinie fortwährend senkrecht und ihre Begrenzung erscheint als Kreis, die andere 5 k in der Stellung des Mondes in 5 ist unter einem spitzigen Winkel gegen T 5 geneigt und ihr Umfang zeigt sich als halbe Ellipse, die jedoch auf der entgegengesetzten Seite des Durchmessers vom Halbkreis liegt, so daß das Auge den Mond in der Gestalt V erblickt.

Ist der Mond endlich nach 7 gerückt, und hat die Hälfte seiner Bahn durchlaufen, so fällt die auf der Ge-

sichtslinie T 7 senkrechte, durch den Mittelpunkt des Mondes hindurchgehende und die Grenze des uns sichtbaren Theils des Mondes darstellende Kreisebene mit der Ebene, welche die Grenze der von der Sonne erleuchteten Mondshälfte bezeichnet, genau zusammen; und wir sehen demnach die ganze erleuchtete Halbkugel, die uns als ein vollkommener Kreis erscheint und von der es heißt, der Mond sei voll, Vollmond.

Bei der weiteren Bewegung des Mondes treten von seiner Stellung in 7 bis zu der in 1, oder bei dem Durchwandern der zweiten Hälfte seiner Bahn, in umgekehrter Ordnung genau dieselben Erscheinungen ein, die wir bei der ersten Hälfte, von 1 nach 7, so eben anführten, nur mit dem Unterschiede, daß in dieser zweiten Hälfte der erleuchtete Theil des Mondes stets zur linken Hand des Beobachters sich befindet, so wie er in der ersten umgekehrt zur Rechten desselben war.

In der Stellung in 10, wo der Mond wieder als erleuchtete Halbkugel sich zeigt, sagt man, er trete in das letzte Viertel, in 1 wird er wieder neu, und es beginnt derselbe Kreislauf der Erscheinungen, die wir das Monat zuvor beobachteten.

Von 1 bis 7 wächst der Mond, nimmt zu, von 7 bis 1 nimmt er ab, in beiden Zeiträumen gleiche Erscheinungen des Lichtes zeigend; ob aber Ersteres oder Letzteres der Fall sey, ergibt sich aus der obigen Bemerkung, daß der Mond beim Zunehmen die erleuchtete Seite zur Rechten des Beobachters habe, und beim Abnehmen zur Linken. Daher die alte Regel: Kann man mit der rechten Hand in den erleuchteten Theil greifen, so wächst der Mond; kann man es aber mit der linken thun, so nimmt er ab; oder auch: der wachsende Mond hat, Bezugs der erleuchteten Wölbung, die Gestalt der rechten, der abnehmende die der linken Hand.

§. 72

Wir haben Neumond, wenn der Mond mit der Sonne in einem und demselben Zeichen des Thierkreises steht, oder mit der Sonne in Conjunction sich befindet, d. h. von der Erde aus betrachtet mit der Sonne verbunden zu seyn scheint, was durch das Zeichen ☌ ausgedrückt wird; der Mond geht mit der Sonne auf und unter und eben so mit ihr Mittags 12 Uhr durch den Meridian und ist gänzlich für uns unsichtbar. Erst wenn er 30° in seiner Bahn östlich von der Sonne weggerückt ist, sich um ein Zeichen weiter von ihr in 2 befindet, wird er im Westen bald nach Untergang der Sonne als ein ganz schmaler, sichelförmiger Streifen sichtbar, dessen Spitzen (Hörnern) von der Sonne abgewandt, dagegen der erhabene Bogen ihr zugewandt ist.

Täglich entfernt sich hierauf der Mond von der Sonne weiter, seine Sichel wird immer größer bis nach Verlauf von 7 Tagen der Mond nicht mehr als Sichel, sondern als halbe Scheibe (Erstes Viertel) am Himmel steht und wegen seines 90° betragenden Abstandes von der Sonne culminirt, wenn dieselbe untergeht. Nun fängt auch die östliche Seite desselben sich zu füllen an, wie dieß aus seiner Stellung in V, VI ersichtlich, und dieses Anschwellen des erleuchteten Theils nimmt in der Art zu, daß er am 15ten Tage nach dem Neumonde als vollkommen erleuchtete Scheibe (Vollmond) am östlichen Himmel auf=, wenn die Sonne am westlichen untergeht. Seine Entfernung von der Sonne beträgt 180° oder 6 Zeichen des Thierkreises, und er steht deßhalb mit der Sonne in Opposition oder Gegenschein, d. h. er steht von der Erde aus betrachtet gerade der Sonne gegenüber, wofür das Zeichen ☍ gesetzt wird.

Mitternachts 12 Uhr culminirt der Mond und erleuchtet unsere ganzen Nächte, denn erst wenn die Sonne am östlichen Himmel erscheint und der Tag sich schon röthet, nimmt er am westlichen von uns Abschied. Diese längere Dauer des Mondlichtes zur Zeit des Vollmondes ist hauptsächlich für die Bewohner sowohl der nördlicheren als südlicheren Gegenden unserer Erde äußerst wohlthätig, zumal da in deren langen Winternächten der Mond als Vollmond stets seine größte Höhe über dem Horizont erreicht, gleich der diametral gegenüber stehenden Sonne, zur Zeit ihres Sommeranfangs, und so die größte Menge seiner Strahlen ihnen spendet. So wie je nach dem Stand der Sonne der Vollmond seine größere oder kleinere Höhe über dem Horizont erreicht, so geht er auch als solcher bald nördlich bald südlich vom Ostpunkte auf und eben so unter.

Bei dem weiteren Fortrücken in seiner Bahn entfernt er sich nun nicht mehr von der Sonne, sondern sucht sich ihr wieder zu nähern; er geht täglich nach Sonnenuntergang später auf und zieht sich auf der rechten, der Sonne zugewandten Seite dergestalt zusammen, daß er am 22ten Tage nach dem Neumond wiederum die Gestalt einer halben Scheibe (Letztes Viertel) erlangt hat, Mitternachts 12 Uhr aufgeht und bei seiner Culmination in den Strahlen der aufgehenden Sonne verschwindet. Die Scheibe verändert sich nach einigen Tagen zur Sichel, welche ihre Spitzen nach Westen kehrt, geht täglich später auf, bis am Ende gar nichts mehr vom Monde zu sehen, und er für uns unsichtbar mit der Sonne wieder auf- und untergeht (Neumond). Ein Monat, oder die Zeit von 29½ Tagen ist vorüber, und es beginnt vom Neumonde an derselbe Kreislauf der Erscheinungen am Monde, wie wir so eben gesehen haben, wobei jedoch die täglich verschiedenen Auf- und Untergangspunkte des Mondes, so wie die größeren oder kleineren Bögen, in denen er täglich dahinzieht, von seiner Stellung zur Sonne stets abhängen.

Erstes und letztes Viertel nennt man Quadraturen des Mondes, wofür das Zeichen □ gesetzt wird, und die 4 Stellungen desselben zwischen Neumond, den Quadraturen und Vollmond, Octanten. Vollmond und Neumond begreift man auch unter den gemeinschaftlichen Namen Syzygien (συζυγία die Verknüpfung).

§. 73.

Die Zeit von 29½ Tagen, oder genauer von 29 Tagen 12 Stunden 44 Minuten, welche der Mond von einem Neu- oder Vollmonde bis zum andern braucht, heißt synodischer Monat zum Unterschied vom periodischen, der nur 27 Tage 7 Stunden 43 Minuten beträgt und die Zeit angibt, in welcher der Mond einen vollständigen Umlauf am Himmel von 360° gemacht hat, mit einem gewissen Stern zum zweitenmal culminirt. Der Unterschied beider Monate kommt daher, daß während der Mond sich um die Erde bewegt, diese zugleich auch in ihrer Bahn um die Sonne fortschreitet, oder die Sonne nach Osten am Himmel fortzurücken scheint. Gesetzt der Mond befinde sich als Neumond mit der Sonne im Zeichen des Widders, so sehen wir ihn nach 27 Tagen 7 Stunden 43 Minuten in demselben Zeichen stehen, was beweißt, daß er die Erde völlig umkreist hat. Während dieser Zeit ist aber die Sonne fast um ein ganzes Zeichen in ihrer Bahn (c. 27°) östlich fortgerückt und befindet sich im Zeichen des Stiers, und der Mond hat demnach noch diese Strecke zurückzulegen, um mit ihr wiederum in Conjunction zu kommen oder neu zu werden. Es ist hier derselbe Fall, wie mit dem Sterntag und Sonnentag, oder mit dem Stunden- und Minutenzeiger einer Uhr. Letzterer braucht auch, wenn er mit dem Stundenzeiger um 12 Uhr in Conjunction gewesen, $1\frac{1}{11}$ Stunde, um denselben einzuholen und

wieder mit ihm in Conjunction sich zu befinden, aber nur 1 Stunde, um wieder an dieselbe Stelle des Zifferblatts zu gelangen. Die Länge des synodischen Monats bestimmte schon Ptolemäus sehr genau, indem er eine lange zwischen zwei Neumonden verflossene Zeit durch die Anzahl der Monate dividirte. Die neueren Astronomen bestimmten sie nicht um eine volle Sekunde näher.

Man unterscheidet endlich noch den drakonistischen und anomalistischen Monat, und versteht unter ersterem die Zeit, welche der Mond gebraucht, um zu seiner Knotenlinie, unter letzterem die Zeit, die er braucht, um zu seiner Erdnähe oder Erdferne zurückzukommen. Der drakonistische Monat entspricht dem tropischen Jahre, und ist wegen der schon oben erwähnten rückgängigen Bewegung der Knotenlinie etwas kleiner als der periodische, hat nur 27 Tage 5 Stunden 5 Minuten; dagegen ist der anomalistische größer als der periodische, hat 27 Tage 13 Stunden 19 Minuten, indem beide Punkte der Erdnähe und Erdferne sich jährlich um c. 41° nach der Ordnung der Zeichen vorwärts bewegen.

§. 74.

In den beiden vorigen §. §. betrachteten wir die Erscheinungen des Mondes rücksichtlich seiner Beleuchtung von der Sonne also, als wenn die Ebene der Mondsbahn mit der Ekliptik zusammenfiele und nicht, wie wir schon früher erwähnten, unter einem veränderlichen Winkel von 5° 1′ bis 5° 17′ gegen sie geneigt wäre. So wenig nun diese Nichtbeachtung der von der Ekliptik so wenig verschiedenen Lage der Mondsbahn auf die Lichtgestalten des Monds in den meisten Stellungen desselben zur Sonne Einfluß hat, so sind derer jedoch hauptsächlich zwey zu berücksichtigen, in welchen wesentliche Veränderungen ein-

treten würden, von denen wir weiter oben keine Erwähnung machten.

Ich meine die Orte 1 und 7 des Mondes in seiner Bahn, wo diese obiger Voraussetzung gemäß eintreten müßten. Da nämlich der Mond sowohl, als die Erde in beiden Stellungen nicht als bloße Punkte zu betrachten sind, sondern als körperliche Kugeln, die von der einen Seite beleuchtet nach der andern hin einen kreisrunden Schatten werfen, so würde in 1 der Mond die Sonne verdunkeln, eine Sonnenfinsterniß verursachen, und seinen Schatten auf unsere Erde werfen; und eben so würde in 7 die Erde den Mond des Sonnenlichtes berauben, ihren Schatten auf ihn werfen, und eine Mondsfinsterniß herbeiführen.

Beide Finsterniße würden beim Zusammenfallen der Ekliptik *) und der Mondsbahn stets bei diesen Stellungen des Mondes in seiner Bahn, also je eine alle 14—15 Tage, sich ereignen, so daß wir immer statt des Neumondes eine Sonnen- und statt des Vollmondes eine Mondsfinsterniß hätten. Allein wegen der verschiedenen Lage der Ebene der Ekliptik und der Mondsbahn ist dem nicht also, und der Mond steht in 1 bald etwas oberhalb bald unterhalb der Ebene der Ekliptik und läßt so die Sonnenstrahlen ungehindert zu uns kommen, und eben so ist es in 7 mit der Erde der Fall, welche die Mondsbewohner durch ihre Stellung nicht im Genuße des vollen Sonnenlichtes stört.

Damit soll jedoch keineswegs gesagt seyn, daß diese Finsternisse überhaupt gar nicht eintreten, nur gegen die regelmäßige Abwechslung derselben wollen wir uns dadurch verwahren; vielmehr ereignen sie sich stets gewiß, wenn

---

*) Die Sonnen- oder vielmehr Erdbahn heißt deßhalb Ekliptik (ἔκλειψις defectus die Abnahme), weil in ihr die Sonnen- und Mondsfinsternisse eintreten.

der Neu- oder Vollmond in einem solchen Augenblicke eintritt, wo der Mond in seiner Bahn die Ekliptik durchschneidet und alsdann Sonne, Mond und Erde in gerader Linie zu stehen kommen. Durch diese Bedingung des Zusammentreffens der Zeiten des Neu- und Vollmondes und der sogenannten Knoten haben wir, wie leicht einzusehen, keineswegs so viel Sonnen- und Mondsfinsternisse als Neu- und Vollmonde; ja es gibt Jahre, worin keine einzige Mondsfinsterniß und nur zwei Sonnenfinsternisse sich ereignen. Letztere liegen, weil die Durchschnittspunkte der Sonnen- und Mondsbahn um 180° von einander entfernt abstehen, deßhalb c. 6 Monate der Zeit nach auseinander. Von den Astronomen werden diese Finsternisse zuvor berechnet und in unsern jährlichen Kalendern angegeben; so viel steht aber im Allgemeinen fest, daß nach Verlauf von 18 Jahren 10 Tagen oder im 19ten Jahre, während welcher Zeit der Mond 223 mal neu und voll wurde, die Sonnen- und Mondsfinsternisse sich der Reihenfolge nach ohngefähr in derselben Ordnung wiederholen, indem in dieser Zeit die Mondsknoten bei ihrer jährlichen Bewegung von c. 19° beinahe um den ganzen Himmel herumgekommen sind, und Sonne und Mond gegen die Mondsknoten wieder in derselben Lage sich befinden.

Schon die Chaldäer machten diese Entdeckung der Wiederkehr der Sonnen- und Mondsfinsternisse, und man nennt deßhalb diesen Zeitraum von 6585 Tagen die chaldäische Periode oder die der Finsternisse. Durch sie ist zugleich ein einfaches Mittel gegeben, nicht nur die Wiederkehr einer solchen Finsterniß zu bestimmen, wovon schon Thales Gebrauch machte, als er für das Jahr 603 auf den 17 Mai eine Sonnenfinsterniß voraussagte, sondern auch zurückzurechnen, wann eine gewisse Begebenheit, die ein Schriftsteller nach der Zeit einer solchen Finsterniß angibt, zufolge unserer Zeitrechnung wirklich sich ereignet hat. Daher der wesentliche Nutzen, den

besonders die Kenntniß der Mondsfinsternisse bei Berichtigung der Chronologie gewährt. Dasselbe gilt zwar auch von den Sonnenfinsternissen, nur mit dem Unterschiede, daß das Zurückberechnen derselben mit weit größeren Schwierigkeiten verbunden ist.

§. 75.

Wegen des bedeutenden Schattenkegels, den die Erde bei 20 Millionen Meilen Entfernung von der Sonne wirft, dessen Achse c. 186000 Meilen, und dessen Durchmesser im Monde selbst noch 1242 Meilen beträgt, also um 774 Meilen größer ist als der des Mondes selber, kann eine Mondsfinsterniß nicht nur von langer Dauer seyn, sondern sie kann auch Statt finden, wenn der Mond sich nicht gerade in dem Knoten seiner Bahn selbst, sondern 7° 45 Minuten, ja sogar 13° 30′ von ihm sich noch entfernt befindet. Nur wird es bei diesem verschieden möglichen Abstand sich ereignen müssen, daß der Mond nicht ganz (total) verfinstert wird, sondern nur zum Theil (partial). Central heißt die Finsterniß, wenn der Mittelpunkt des Erdschattens und des Mondes zusammenfallen, in welchem Falle die Mondsfinsterniß aber auch zugleich total ist und weil die Scheibe des Erdschattens, durch welche der Mond geht, ohngefähr 3mal so groß als die des Vollmonds ist, gegen 4 Stunden dauern kann, während welcher Zeit die Erde sich gegen den sechsten Theil um ihre Achse dreht.

Jede aber dieser Finsternisse fängt, weil der Mond von Abend gegen Morgen weit schneller als die Erde sich bewegt und daher in ihren Schatten stürzt, an der östlichen Seite des Mondes an und hört auf der westlichen auf, und wird von allen Orten der Schattenseite der Erde, wo sie überhaupt sichtbar, gleichzeitig und auf gleiche Art

gesehen, wie ein Körper, der ganz oder theilweise sein Licht verloren hat; nur werden die Beobachter der Orte von verschiedener Länge andere Tagsstunden der Beobachtung zählen. Daher das vortreffliche Mittel, welches uns die Mondsfinsternisse zur Längenbestimmung gewähren, dessen wir schon §. 62 gedachten.

Die Sonnen- oder eigentlich Erd-Finsternisse rühren vom 50000 Meilen langen Schatten her, den der von der Sonne beleuchtete Mond auf die Erde wirft, und so den in diesem Schatten befindlichen Erdbewohnern das Sonnenlicht ganz oder theilweise entzieht. Der Hauptschatten kann jedoch wegen der Entfernung des Mondes von der Sonne, und weil überhaupt der Mond weit kleiner als die Erde ist, nur einen kleinen Theil der Erdoberfläche bedecken, und nur in diesem Kernschatten zeigt sich, wenn der Mond in gerader Linie mit dem Beobachter und der Sonne sich befindet, die Sonne ganz verdunkelt, an jedem anderen Orte dagegen mehr oder weniger und auf einem großen Theil der der Sonne zugewandten Halbkugel gar nicht. Die Figur 35, wo E die Erde, M der Mond und S die Sonne bedeutet, wird dieß deutlich machen. In a b sieht man die Erde gänzlich (total) verdunkelt, denn die Gesichtslinien a e, b f treffen die Sonnenscheibe gar nicht, sondern gehen über und unter ihr hinweg; dagegen in a c, b d wird nur ein Theil der Sonne unsichtbar, wie z. B. ein in i wohnender Beobachter nur das Stück m e der Sonnenscheibe wegen des vorstehenden Mondes nicht sieht, und eine nördliche partiale Verfinsterung für ihn Statt findet. Endlich die in c n, d o Wohnenden sehen die Sonne gar nicht verfinstert, sondern stets in vollem Glanze.

Die für die Bewohner in a b totale Sonnenfinsterniß wird für sie zur ringförmigen, wenn sie zur Zeit der Erde in der Sonnennähe und zur Zeit des Mondes in der Erdferne eintritt. Dem Auge erscheint alsdann nicht nur

die Sonne größer, sondern der Mond kleiner, und es tritt alsdann, wie aus Fig. 36 ersichtlich, der Fall ein, daß für die Beobachter in a zwar der größte Theil der Sonne verdunkelt, jedoch noch rings um sie ein Ring von der Breite b d sichtbar ist.

Die Sonnenfinsternisse treten stets wegen der schnelleren Bewegung des Mondes von Abend gegen Morgen an dem westlichen Rande der Sonne ein und endigen sich am östlichen; sind aber nicht bloß hierin von den Mondsfinsternissen verschieden, sondern hauptsächlich dadurch, daß ihr Anfang, Mittel, Ende und ihre Größe für jede Orte der Erde anders ist. Totale und centrale können nur eintreten, wenn der Mond zur Zeit des Neumondes in einem seiner Knoten steht; partiale aber wegen der verhältnißmäßig bedeutenden Größe der Erde gegen die des Mondes, wenn er selbst nur weniger als 21° davon sich entfernt befindet, so daß aus diesem Grunde jährlich 4 solche Finsternisse, je 2 vor und 2 nach dem Durchgang des Neumondes durch den Knoten, Statt finden können und wir gewöhnlich mehr Sonnenfinsternisse als Mondsfinsternisse zählen.

Um die Größe der Finsternisse anzugeben, theilt man den Durchmesser von Sonne und Mond in 12 gleiche Theile, Zolle genannt, und bestimmt durch letztere die Größe der Verfinsterung. Bei 6 Zoll ist die Sonne ohngefähr halb verfinstert. Mondsfinsternisse können eine Größe von fast 32 Zoll erreichen, da wir wissen, daß der Durchmesser des Erdschattens im Monde fast das Dreifache des Monddurchmessers beträgt.

§. 76.

Die in §. 69 gemachte Bemerkung, daß der Mond uns stets bloß ein und dieselbe Seite zuwendet und uns

nur die eine Hälfte seiner Oberfläche zu betrachten vergönnt, erleidet im Folgenden einige Berichtigung, die schon Galiläi entdeckte und sich dadurch um die nähere Kenntniß des Monds vielfach verdient machte.

Da sich der Mond während einer Bewegung um die Erde auch einmal um sich selbst dreht, erstere Bewegung aber mit ungleichförmiger, letztere mit gleichförmiger Geschwindigkeit geschieht, wie es bei allen Planeten der Fall ist, so hat er in dem Punkte a (Fig. 15) seiner Bahn, wo er Bezugs auf die Erde um 90° weitergerückt ist und die Ebene m n die Beleuchtungsgrenze bildet, keineswegs noch den vierten Theil seiner Achsendrehung vollendet, sondern erst im Punkte b, wo die auf der Gesichtslinie E b senkrechte Ebene o x den für uns sichtbaren Theil begrenzt. Dieser ist hier aber von dem in a gesehenen verschieden, indem das Stück i o, von dem wir in a nichts sahen, dem Blicke sich darstellt; und so kommt es, daß wir abwechselnd von den Rändern der uns abgewendeten Seite etwas weniges zu sehen bekommen.

Eine zweite Ursache, daß wir von dem Monde mehr als bloß ein und dieselbe Hälfte sehen, liegt ferner darin, daß die Achse des Mondes nicht senkrecht auf der Ekliptik steht, sondern unter einem kleinen Winkel gegen sie geneigt ist. Da sie sich jedoch bei der Bewegung um die Erde, wie die Achse dieser, fast ganz parallel bleibt, so sehen wir je nach der verschiedenen Lage des Mittelpunktes bald an dem nördlichen, bald am südlichen Rande des Mondes gleichfalls etwas mehr als die gewohnte Hälfte.

Beide Erscheinungen nennt man das Wanken oder Schwanken (die Libration) des Mondes, und zwar erstere (von Westen gegen Osten und umgekehrt) das Schwanken nach der Länge, und letztere (von Nord nach Süd und umgekehrt) das nach der Breite, und beide kehren nach jedem Mondsumlauf regelmäßig und auf gleiche Art wieder.

Man erkennt dieß an dem periodischen Hervortreten und Verschwinden gewisser dunkeln Stellen (Flecken) an der Oberfläche des Mondes, während der größte Theil derselben stets ein und dieselbe Gestalt beibehält.

§. 77.

Was nun diese Gestalt der Mondsfläche selbst betrifft, so entdeckt man schon mit bloßen Augen in der erleuchteten Mondsscheibe einzelne Stellen, die nicht mit gleichem Lichte wie die übrigen glänzen; ihre Anzahl vermehrt sich aber gar sehr, wenn man den Mond durch gute Fernrohre betrachtet. Man nennt sie Flecken, von denen die einen heller, die anderen dunkler sind, und vermuthete früher unter den dunkleren Meere und Seen, weil das Licht vom Wasser nicht so lebhaft zurückgeworfen werde als vom festen Lande; in neuerer Zeit aber aus Gründen, die wir sogleich anführen werden, weit ausgebreitete Ebenen, welche bloß im Vergleich mit den viel höher liegenden, bedeutend großen Gebirgsketten, in einem blasseren Lichte erscheinen.

Daß aber solche Gebirgszüge, sogenannte Ringgebirge, auf dem Monde vorhanden sind, zeigt einmal seine gezackte, höckerigte Gestalt, wenn wir sie in seinem Ab- und Zunehmen von der Seite betrachten, und dann das Hervortreten einzelner heller Punkte nahe an der Erleuchtungsgrenze im dunkeln Theile der Mondsscheibe, welche wohl nichts anderes als die Spitzen hoher Berge sind, deren hervorragende Gipfel sich in den Strahlen der Sonne erwärmen, während die umliegenden, tieferen Theile im Dunkeln liegen. Auch zeigen sich in einzelnen Flecken große Vertiefungen mit einem Wall umgeben, deren beträchtliche Tiefe, so wie die Höhe der Berge der um die nähere Kenntniß der Oberfläche des Mondes äußerst verdiente Astronom

Schröter gemessen und dadurch gefunden hat, daß sie die bekannten Höhen und Tiefen unserer Erde weit hinter sich zurück lassen. Derselbe Beobachter bemerkte auch auf einer etwa 24000 Quadratmeilen haltenden Ebene ein monatliches Farbenspiel, das in dem verschiedenen Zustand der Vegetation, der Urbarmachung ꝛc. seine Erklärung finden soll; Professor Gruithuißen in München will aber sogar regelmäßige Erhöhungen wahrgenommen haben, die ihm einen absichtlichen Ursprung zu verrathen scheinen, was freilich viel heißen will, wenn man bedenkt, daß ein Kreis von 1 Sekunde im Durchmesser von der Erde aus auf der Oberfläche des Mondes gesehen, schon ohngefähr den zwanzigsten Theil einer geographischen Meile enthalten würde.

Wie dem aber nun auch auch sey, die Unveränderlichkeit der Lage und Größe der auf dem Monde bemerkten Flecken, ringförmigen Vertiefungen ꝛc. machte es möglich, von ihm genauere Zeichnungen und Charten zu entwerfen, als es von einem großen Theil unserer Erde, z. B. von Afrika der Fall ist.

Auch hinsichtlich der Benennungen der verschiedenen Berge, vermeintlichen Meere und Ebenen war man nicht in Verlegenheit, da einer ihrer Erfinder, Riccioli in Bologna, der sich gar viel mit dem Monde beschäftigte, die Uebertragung seines eigenen Namens auf einen dieser Berge nicht vergaß, und die der Namen anderer großer Männer auf die verschiedenen anderen folgen ließ, so daß wir daselbst einen Copernikus, Galiläi, Kepler, Plato ꝛc. aber auch ein mare imbrium, mare serenitatis, oceanum procellarum etc. erblicken.

§. 78.

Letztere Benennungen sind nach der gegenwärtigen Kenntniß der Mondsoberfläche, wie schon bemerkt, nicht mehr passend. Schon Schröter bemerkte nämlich mit seinen vortrefflichen Fernrohren auch in diesen größeren Flecken Unebenheiten, und konnte überhaupt nicht die kleinste völlig ebene Stelle auf der Oberfläche des Mondes finden, ein Beweis, daß es dort kein Wasser gibt, dessen Oberfläche sich stets in einer Ebene ausbreitet; noch mehr wird aber dieser Mangel des Wassers durch die dem Monde gänzlich abgehende Atmosphäre nachgewiesen. Hätte nämlich der Mond eine solche, und wäre sie auch noch so unbedeutend, so müßte bei Bedeckung der Sterne durch den Mond sowohl beim Ein- als Austritt das Licht derselben in der größten Nähe des Mondes etwas getrübt werden und erst allmählig verschwinden; da dem aber nicht so ist, und das Verschwinden und Hervortreten der Sterne an der Mondsscheibe plötzlich und im vollem Glanze ihres Lichtes geschieht, so läßt sich dieß nur durch den gänzlichen Mangel einer Atmosphäre auf der Oberfläche des Mondes erklären.

Daher denn wohl auf dem Monde kein Leben und keine Vegetation, noch irgend eine Bewegung, sondern nur ewige Ruhe und tiefe Grabesstille herrscht, wenn erstere Erscheinungen daselbst nicht an andere Bedingungen ihres Daseyns wie auf unserem Wohnorte geknüpft sind, was wir zwar nicht wissen, wohl aber aus dem liebevollen Plane des Schöpfers, den wir auf unserer Erde erkennen, wo kein Plätzchen sich vorfindet, das nicht lebenden Wesen zum fröhlichen Aufenthalte diente, vermuthen können. Schon in der Schule des Pythagoras lehrte man, die Planeten seyen bewohnt, und Demokrits Schüler, Metrodorus, erklärte es für eben so unvernünftig, anzu-

nehmen, daß von den unzähligen Himmelskörpern nur die Erde bewohnbar und bewohnt sey, als zu behaupten, daß auf einem großen Felde nur eine einzige Aehre wachse.

Von seiner Körperlichkeit und dichten Masse gibt uns der Mond wenigstens Beweise genug durch Wirkungen, die er selbst auf unsere Erde auszuüben im Stande ist, und die wir nun schlüßlich näher kennen lernen wollen.

§. 79.

»Jedes Massetheilchen, so lautet das große Weltengesetz, zieht jedes andere mit einer Kraft an, die im geraden Verhältniß zur Masse des anziehenden Theilchens und im umgekehrten der Quadrate der Entfernungen beider steht,« d. h. wenn ein Körper doppelt so viel Masse hat als ein anderer, so übt er auch eine doppelt so große Anziehungskraft auf einen dritten aus; wenn er aber von letzterem dreimal weiter entfernt ist als der andere, so wird seine Kraft dadurch neunmal geringer, so daß er in Bezug auf den zweiten, dessen Kraft wir 1 setzen wollen, nur mit $^2/_9$ Kraft zu wirken vermag.

Hat nun der Mond eine beträchtliche Masse, so wird er bei seiner keineswegs allzugroßen Entfernung von der Erde immer noch im Stande seyn, nicht nur überhaupt Wirkungen auf sie zu äußern, sondern diese auch mit seiner größeren Nähe an der Erde zu verstärken. Diese erkennen wir nun in dem alle 6 Stunden regelmäßig abwechselnden Anschwellen und Sinken der Oberfläche des Meers, der sogenannten Fluth und Ebbe, und sind um so gewisser, daß beide Erscheinungen von der Anziehung des Mondes herkommen, als die Fluth für jeden Ort nur dann eintritt, wenn der Mond entweder durch die obere oder untere Hälfte des Meridians gegangen ist, was wohl regelmäßig alle 12 Stunden Statt findet, jedoch jeden

Tag um ohngefähr 50 Minuten später sich ereignet als am vorhergehenden wegen der östlichen Entfernung des Mondes von der Sonne.

Steht nämlich der Mond senkrecht über einer Stelle des Oceans, so steht diese Stelle ihm nicht nur näher als der Erdkörper überhaupt, sondern auch näher als die mehr seitwärts gelegenen Theile des Oceans. Er zieht demnach diese gerade unter ihm liegende Wassermasse mehr an als die Erde, und das Wasser erhebt sich wegen der leichten Verschiebbarkeit seiner Theile gegen ihn, während alsdann das seitwärts befindliche, um die Leere auszufüllen und das Gleichgewicht herzustellen, von allen Seiten zuströmt. Dieses Steigen des Wassers (die Fluth) dauert gegen 6 Stunden, in welcher Zeit der Mond um 90° von dem Orte sich entfernt hat, und fängt alsdann an sich zu verlaufen und innerhalb 6 Stunden immer tiefer zu sinken (die Ebbe); worauf es alsdann wieder zu steigen anfängt, und so abwechselnd steigt und sinkt. Befindet sich nämlich der Mond in der unteren Hälfte des Meridians von obiger Stelle des Oceans und zwar gerade in dessen Nadir, so treten nichts desto weniger dieselben Erscheinungen ein, die wir so eben kennen lernten, als er in dem Zenith derselben stand. Denn so wie der Mond die senkrecht unter ihm liegende Wassermasse stärker anzieht als die Erdmasse, so zieht er das an dem gerade entgegengesetzten Punkte der Erde, am Nadir, befindliche Wasser schwächer als die Erdmasse an. Daher bewegt sich die Erdmasse stärker gegen ihn als das Wasser, das sich deßhalb nach der entgegengesetzten Seite zu erheben scheint und die zunächst anliegenden Wassertheilchen mit sich fortreißt, die Fluth verursacht, der nach 6 Stunden die Ebbe folgt.

Was für die Orte gilt, denen der Mond gerade im Zenith oder Nadir steht, hat seine Geltung mehr oder weniger auch bei denen, die von diesen Punkten nicht gar ferne stehen, was also hauptsächlich die Aequatorialgegen-

den oder die heiße Zone trifft, in welcher Ebbe und Fluth am stärksten sich zeigen. Vom Zenith und Nadir der Polargegenden ist der Mond zu weit entfernt, als daß er dort eine Fluth verursachen könnte; seine Wirkungen in der Art erstrecken sich nicht weiter als auf Orte von 65° Breite. Auch auf geringere Wasserflächen, wie z. B. kleine Seen, übt der Mond keine merkbare Anziehung aus, da bei ihnen in der Entfernung der einzelnen Wassertheilchen zu wenig Unterschied Statt findet, als daß der Mond auf die einen stärker wirken könnte als auf die andern.

§. 80.

Nach den Gesetzen der Mechanik sollte man glauben, daß, wie wir auch oben anführten, die Wirkung des Monds auf eine Wasserfläche dann eintreten würde, wenn der Mond sich genau im Zenith, oder wenn solches nicht möglich, wenigstens im Meridiane derselben sich befindet. Allein es verhält sich hiemit gerade so wie mit allen Kräften, die eine Zeit lang zu wirken fortfahren, wo die größte Wirkung gerade nicht im Momente der größten Kraftäußerung erfolgt, sondern erst etwas später, nachdem die kleineren Wirkungen sich mehr angehäuft haben. Die höchste Fluth findet deßhalb für einen beliebigen Ort erst 2 — 3 Stunden nach der Culmination des Mondes im Meridiane desselben Statt; gleichwie die größte Hitze eines Tags erst einige Stunden nach Mittag, und die größte des Jahrs meist erst mehrere Wochen nach der Sonnenwende sich einstellt.

Auch die Höhe der Fluth nimmt nicht in dem Maaße ab, als die Orte vom Aequator entfernt liegen. Sie hängt von so vielen besonderen, örtlichen Umständen: von der größeren und geringeren Tiefe der Meere, von der Lage der Küsten, welche oft die Fluth aufhalten und

sie zwingen, höher zu steigen ꝛc. ab, daß sich hierüber gar kein allgemeines Gesetz aufstellen läßt. So erreicht die größte Fluth, Springfluth genannt, zu Brest höchstens eine Höhe von 23 Fuß, während sie zu St. Malo, das mit Brest an derselben Küste liegt, nicht selten bis zu 45 Fuß und darüber steigt. Auf der Insel St. Helena beträgt die Höhe der Springfluth höchstens 3, in der Mitte der Südsee gar nur einen Fuß, sowie überhaupt auf offenem Meere, oder in der Nähe kleiner Inseln, die der Bewegung der Fluth kein bedeutendes Hinderniß entgegen setzen, ihr Steigen wenig beträchtlich ist.

Schließlich ist noch in Bezug auf die Größe und das Eintreten der höchsten Fluth für einen bestimmten Ort zu bemerken, daß auch die Sonne eine ähnliche Wirkung wie der Mond, jedoch nur eine wegen ihrer bedeutenderen Entfernung weit geringere, auf die senkrecht unter ihr befindliche Wassermasse ausübt, deren Bedeutsamkeit aber erst dann recht merkbar für uns wird, wenn die Sonne mit dem Monde vereint, was zur Zeit des Voll- und Neumondes geschieht, auf die Erde wirkt. Anderthalb Tage nach den Syzygien tritt die größte Fluth ein, so daß wenn eine Fluth genau mit den Syzygien zusammentrifft, erst die dritte ihr folgende die größte ist; in den Quadraturen dagegen finden die kleinsten Fluthen Statt, und zwar ist wiederum die dritte die kleinste, welche auf jene folgt, die mit der Quadratur zusammentraf.

Für den Seefahrer ist die genaue Kenntniß sowohl der Zeit des Eintritts als auch der Stärke der Ebbe und Fluth an den Küsten und Häfen eben so nothwendig, als die Kenntniß der Gestirne, seiner Führer auf dem hohen Meere. Denn nicht selten bietet mancher Kanal dem Schiffer eine bequeme Strasse dar, die ihm während der Ebbe höchst verderblich seyn würde.

D. Die übrigen Glieder des Sonnensystems und die Sonne selbst.

§. 81.

In den vorhergehenden §. §. beschäftigten wir uns mit dem Monde, dem näheſten Nachbar und treuen Begleiter unſerer Erde, der den muthigen Schiffer und den ſtillen Wanderer auf ſicherem Pfade begleitet und Schiffe in Häfen ein und ausführt, und lernten troß der großen Aenderungen, denen Alles bei ſeiner Bewegung unterworfen iſt, dennoch die Geſetze derſelben kennen und die Erſcheinungen deuten, die von ihm ausgehen. Allein bleiben wir bei unſerer nächſten Nachbarſchaft, die mehr als unſer Untergebener zu betrachten iſt, nicht ſtehen, ſondern beſichtigen auch den Kreis unſerer entfernteren Nachbarn und nächſten Verwandten, deren ſo nicht gar viele ſind und die doch noch einiger Bekanntſchaft zugänglich ſich zeigen, während das ganze zahlloſe Heer der anderen Himmelskörper bloß von ſeinem Daſeyn durch den Lichtſtrahl, den es in unſer Auge ſendet, uns Kunde gibt, jeder weitern Betrachtung ſich aber gefliſſentlich entzieht!

Es beſteht aber die Familie, deren gewaltige Mutter die Sonne, aus bis jetzt uns bekannten 11 Haupt- und 19 Nebengliedern. Erſtere, die Planeten, kreiſen in der von der Ekliptik zu beiden Seiten um 10° abliegenden Himmelszone, dem Zodiakus (§. 69), in folgender Ordnung von der Rechten zur Linken um die Sonne: Merkur ☿, Venus ♀, Erde ♁, Mars ♂, Veſta ⚶, Juno ⚵, Ceres ⚳, Pallas ⚴, Jupiter ♃, Saturn ♄, Uranus ♅, und waren zum Theil ſchon den Alten bekannt, welche ihre Reihenfolge Bezugs ihrer Entfernung von der

Sonne nach der Dauer der Umlaufszeiten bestimmten. Denn nur Vesta, Juno, Ceres, Pallas und Uranus verdanken ihre Entdeckung der Verbesserung und Vervollkommnung der Teleskope und Fernrohre, und gehören mit Ausnahme von Uranus, den Herschel 1781 entdeckte, insgesammt unserem Jahrhunderte an.

Von den Nebengliedern oder Monden, welche, den unsrigen ausgenommen, alle erst nach Copernikus entdeckt wurden, begleitet einer unsere Erde, vier den Jupiter, sieben den Saturn und sieben den Uranus, welche letztere aber alle nur dem berühmten Herschel mit seinem 40füßigen Riesenteleskop zu sehen vergönnt war.

Betrachten wir nun jeden einzelnen Planeten mit seinen Trabanten etwas näher; schicken aber zugleich das, was wir von der Sonne selbst wissen, in kurzen Umrissen voraus.

§. 82.

Die Sonne.

Nur wenig haben wir von ihr zu berichten. Ihres Glanzes bedient sich die erhabene Regentin der 30 Untergebenen, um ein geheimnißvolles Dunkel über ihre Person zu unterhalten, und so ihrer Dienerschaft erhabener und verehrungswürdiger zu erscheinen. In Allem ist es ihr jedoch damit nicht gelungen. Die wißbegierigen Erdbewohner, mit großen und genauen Instrumenten gerüstet, haben dadurch erfahren, daß die stolze Königin nicht ewiger Ruhe und Ungestörtheit genießend in Mitte des Weltalls unabhängig throne, sondern mit ihren Satelliten das gemein habe, daß sie sich um ihre Achse drehe und wahrscheinlich mit sammt ihrem Planetensystem am Him-

mel weiter rücke und den Befehlen einer mächtigeren Gebieterin gehorche, um die sie sich wiederum als Begleiter bewegt.

Die Entdeckung von dunkeln Flecken auf der Sonnenscheibe nämlich, die nicht stets an derselben Stelle verbleiben, sondern täglich von Ost nach West weiter rücken, endlich am Rande verschwinden und erst nach c. 14 Tagen am entgegengesetzten Rande zum Vorschein kommen, zeugte nicht nur von der Achsenbewegung der Sonne, sondern, da diese Flecken nicht in geraden, sondern krummen Linien sich bewegen, auch davon, daß die Achse der Sonne nicht auf der Ekliptik senkrecht stehe, sondern unter einem spitzen Winkel von 82° 40′ gegen sie geneigt sey.

Nach diesem 14tägigen Wiedererscheinen gewisser Flecken dauerte die Achsenbewegung der Sonne 27 Tage 8 Stunden, allein da während dieser die Erde gleichfalls von West nach Ost ein Stück in ihrer Bahn weiter fortgerückt ist, so hat die Sonne ihre Rotation schon vollendet bis sie der Erde genau die nämliche Seite wieder zukehrt und zwar um 1 Tag 22 Stunden früher, so daß die Zeit der Achsenbewegung, oder so zu sagen der Sonnentag nur c. 25 Erdentage 10 Stunden währt.

Was aber die zweite, die eigene Weiterbewegung der Sonne am Himmel betrifft, so ist solche durch die Beobachtung einer eigenen, zwar äußerst langsamen, aber doch außer allem Zweifel gesetzten Bewegung einzelner Sterne sehr wahrscheinlich gemacht, indem die Sterne in demjenigen Theil des Himmels, welchem die Sonne in ihrer Bewegung sich nähert, aus einander zu treten, von dem sie sich entfernt, zusammen zu rücken, die anderen zu beiden Seiten befindlichen Sterne aber sich von uns zu entfernen und eine kleine Veränderung ihres scheinbaren Orts zu erleiden scheinen müssen.

Nach den neuesten Beobachtungen des Astronomen Argelander in Helsingsfors befindet sich dieser Punkt, wohin

die Bewegung geschieht, im Sternbilde des Herkules, denn unter 560 sehr genau bestimmten Sternen fanden sich 390, bei denen die erwähnten Bewegungen in 75 Jahren eine mit Sicherheit wahrzunehmende Ortsveränderung bewirkt hatten.

An die Stelle der früheren Ansicht von dem Wesen der Sonne als eines großen Feuerballs, dem allein wir Licht und Wärme unmittelbar zu verdanken hätten, ist in neuerer Zeit eine annehmbarere getreten, nach welcher die Sonne auch planetischer Natur ist, ein für sich dunkler, kugelförmiger Körper, zunächst umgeben von einer durchsichtigen Atmosphäre, in welcher mattglänzende Wolken schwimmen, die den ganzen Sonnenkörper einhüllen und nur selten etwas von der dunkeln Oberfläche (Flecken) sehen lassen. Eine zweite Atmosphäre aber von blendendem Glanze, der durch große Aufthürmungen und Anhäufungen von Lichtwolken an einzelnen Stellen noch mehr erhöht wird (Sonnenfackeln), schließt sich der ersteren an und verleiht der Sonne das Vermögen, die Planeten zu erleuchten, und den Wärmestoff, der in den Körpern selbst liegt, und nicht unmittelbar von der Sonne ausgeht, zu erregen und frei zu machen.

Die Dichtigkeit der Sonnenmasse ist nach dieser Ansicht nicht viel größer als die unseres Wassers, oder ihr specifisches Gewicht ist vollkommen dem des Weihrauchs gleich, und die Macht der Schwere, mit der sich die Sonne gegen die um sie rollenden Planeten geltend zu machen weiß, hat sie deßhalb allein ihrer bedeutenden Größe zu verdanken. Sie ist 1440000 mal größer als unsere Erde und 560 mal größer als alle Planetenkugeln mit einander; den Mond, der mit ihr von gleicher Größe zu seyn scheint, übertrifft sie hierinnen gegen 70 Millionen mal und würde ihm vergönnen, falls in ihrem Mittelpunkte die Erde sich befände, fast in doppeltem Abstande von letzterer noch in ihr seine Bahn zu vollenden.

Die Schwere wirkt daher auf der Sonnenoberfläche mit 28 mal größerer Kraft als auf unserer Erde, so daß ein Körper, welcher auf der Erde 1 ℔ wiegt, auf der Sonne mit einem Gewicht von 28 ℔ auf seine Unterlage drückt, und 28 mal schneller als bei uns fällt, in der ersten Stunde schon einen Weg von mehr denn 420 Fuß zurücklegt.

Der Durchmesser der Sonne zählt c. 193000 geographische Meilen, ihre Oberfläche über 118170 Millionen Quadratmeilen und endlich ihr körperlicher Inhalt gegen 3820''000000'000000 Cubikmeilen.

Die Entfernung der Sonne von der Erde beträgt, wie wir wissen, bald mehr bald weniger als 20 Millionen geographische Meilen, und ihr Durchmesser erscheint deßhalb bald etwas kleiner, bald etwas größer als 32 Minuten.

Das Licht braucht c. 8' 17'', bis es von der Sonne zu uns gelangt.

§. 83.

Der Merkur.

Er erscheint als ein kleiner, lebhaft glänzender Stern vierter Größe, der wie der Mond seine Lichtgestalt ändert und dabei die Lichtgränze so stark ausgezackt zeigt, daß noch größere Berge in ihm sichtbar werden, als beim Monde. Als er im November 1802 mit der Sonne und Erde in gerader Linie sich befand, durch die Sonne ging, sah man ihn von vollkommen kreisförmiger Gestalt, so daß, wenn nicht gerade zur Zeit der Beobachtung die Polarachse in der Linie vom Auge gegen die Sonne lag, der Planet nicht wesentlich an seinen Polen abgeplattet seyn kann.

Wegen seiner großen Nähe an der Sonne, von der er sich nur höchstens 28° 48′ entfernt, konnte man noch keine dunkeln Flecken auf seiner Oberfläche entdecken und dadurch seine Umdrehungszeit genau bestimmen. Gewöhnlich gibt man sie zu 24 Stunden 5 Minuten an.

Als der der Sonne näheste Planet ist er auch der dichteste; seine Entfernung von der Sonne beträgt aber im Mittel 8 Millionen Meilen und seine Umdrehungszeit um dieselbe 87 Tage 23 Stunden 15 Minuten. Er ist 23 mal kleiner als unsere Erde und falls er Bewohner hat, sehen diese die Sonne mehr denn sechsmal größer als wir.

§. 84.

Die Venus.

Ein lebhaft glänzender Stern, den man selbst am Tage mit bloßem Auge sieht, und der wie Merkur und der Mond seine Lichtgestalt ändert. In ihrem schönsten Glanze ist es der prächtigste Stern des Himmels, der sogar Schatten wirft und den abwesenden Mond wenn auch nur in etwas zu ersetzen sucht. Sie heißt bald Morgen- bald Abendstern, je nachdem sie der Sonne voran geht oder ihr folgt, was höchstens in einer Entfernung von 48°, außerdem stets näher geschieht. Ob sie uns gleich so nahe steht, ist sie uns doch wegen der dichten Atmosphäre, die sie in einem für das Fernrohr undurchdringlichen Schleier hüllt, weniger bekannt als die entfernteren Planeten.

Man bemerkte früher nicht einmal einen entschiedenen Flecken auf ihrer Oberfläche, der zur Bestimmung ihrer Umdrehungszeit um ihre Achse, die um $1/_{306}$ kleiner als ihr Aequatordurchmesser ist, behülflich gewesen wäre. Erst Schröter bestimmte dieselbe zu 23 Stunden 21 Minuten.

In einer mittleren Entfernung von 15 Millionen Meilen bewegt sich die Venus innerhalb 224 Tage 16 Stunden 41 Minuten um die Sonne, und zeigt dabei einen Durchmesser, der nach Herschel größer, nach Anderen kleiner als der der Erde ist, mit unserer Erde also nahe ein und dieselbe Größe zu haben scheint. Ihre Bewohner sehen die Sonne noch einmal so groß als wir.

Fontana wollte im Jahr 1645 zwei Monde der Venus gesehen haben, was sich jedoch durch die genauen Beobachtungen Schröters und Herschels nicht bestättigte.

Mit Venus schließt sich die Reihe der sogenannten unteren Planeten, welche vor den anderen, den oberen, nicht nur die Aenderung ihrer Lichtgestalt, die Phasen, ähnlich denen des Mondes, sondern noch das Eigenthümliche voraushaben, daß wir sie von Zeit zu Zeit vor der Sonnenscheibe vorüber gehen und einen Theil der letzteren, wie bei einer Mondsfinsterniß, verdunkelt sehen (Merkur-Venus-Durchgänge). Es würde sich dieß bei jeder Conjunction des Merkurs und der Venus mit der Sonne ereignen, wenn ihre Bahnen genau in der Ekliptik lägen; allein dem ist nicht also, und es treten deßhalb diese Durchgänge nur ein, wenn zur Zeit der Conjunction der untere Planet entweder wirklich in einem der Knoten seiner Bahn mit der Ekliptik steht, oder nur so weit von letzterer entfernt, daß der Halbmesser der Sonne größer als dieser Abstand ist. Kepler *) berechnete den ersten Venusdurch-

*) Kepler, geb. 1571 unweit Weil in Würtemberg., ward 1594 Lehrer der Mathematik zu Grätz, 1598 ging er zu Tycho nach Prag, dessen Stelle er 1601 nach dessen Tode erhielt, diente dreien Kaisern, eine Zeit lang auch dem Wallenstein und starb 1630 zu Regensburg in größter Noth.

»So hoch wie er war keiner noch gestiegen,
Und starb in Hungersnoth!
Er wußte bloß die Geister zu vergnügen,
Drum ließen ihn die Leiber ohne Brod.«

Kästner.

gang auf das Jahr 1761; der neueste fand den 3 Juni 1769 Statt, welcher vornemlich zur Bestimmung der Sonnenentfernung von den Astronomen benützt wurde.

§. 85.

Der Mars.

Ein Stern von lebhaft glänzendem, feuerrothem Lichte, der nach Sonnenuntergang am Abendhimmel oder vor Sonnenaufgang am Morgenhimmel nur schwach und unbedeutend, dagegen um Mitternacht in Süden vier und zuweilen bis siebenmal größer sich zeigt. Die Analogie zwischen ihm und unserer Erde ist die größte im Planetensystem. Er bewegt sich innerhalb 24 Stunden 39 Minuten um seine Achse, die beständig eine gleiche, unter einem Winkel von 66° 18′ gegen die Ebene seines Aequators geneigte, parallele Richtung beibehält, hat wie die Erde eine abgeplattete Gestalt, dieselbe Atmosphäre und an seinen Polen Schnee und Eis, was die hellen, daselbst befindlichen Flecken vermuthen lassen. Er wird wohl von Wesen bewohnt, deren Organisation nicht sehr von der unsrigen abweicht.

Innerhalb 686 Tagen, oder eines Jahres und 321 Tagen bewegt er sich in einer mittleren Entfernung von 32 Millionen Meilen um die Sonne, welche seine Bewohner nur halb so groß als wir sehen. An Größe übertrifft ihn unsere Erde mehr denn sechsmal.

§. 86.

Die Asteroiden.

Diese Benennung gab Herschel den 4 kleinen, zwischen Mars und Jupiter zu Anfang des laufenden Jahrhunderts entdeckten, planetarischen Welten: Vesta, Juno, Ceres, Pallas, um damit eine ganz eigene Classe von Himmelskörpern zu bezeichnen, die wegen ihrer unbedeutenden Größe, der so großen Neigung ihrer Bahnen gegen die Bahnen der Planeten, wegen der Verschränkung und Nähe ihrer Bahnen, dann wegen des Unsicheren ihrer Atmosphäre und doch der bedeutenden Lichtstärke bei so kleinen Durchmessern von den übrigen Planeten sich wesentlich unterscheiden. Allein dieß haben sie mit letzteren doch gemein, daß sie mit ihnen zu demselben System gehören, was schon, wie wir später sehen werden, aus ihrer gesetzmäßigen Entfernung von der Sonne hervorgeht, und daß sie wahrscheinlich nur die Stelle eines größeren Planeten vertreten, dessen beträchtlichste Ueberreste wir in ihren kleinen Massen von jener Catastrophe her, die nach Olbers ohngefähr vor 6000 Jahren Statt fand, erkennen.

Die Ceres wurde am 1 Januar 1801 von Piazzi im Sternbilde des Stiers entdeckt. Sie ist der Reihe nach die dritte der Asteroiden und braucht 4 Jahr 220 Tag 13 Stunden, um in einer mittleren Entfernung von 57 Millionen geographische Meilen ihre Bahn um die Sonne zu vollenden. Sie ist 116 mal kleiner als unsere Erde und nach Schröters Beobachtungen mit einem Lichtnebel von etwa 146 Meilen Höhe umgeben, der sie von ganz kometenartiger Natur erscheinen und ihre Achsendrehung um so weniger genau bestimmen läßt.

Am 28 März 1802 entdeckte Olbers in Bremen im nördlichen Flügel der Jungfrau die Pallas, der Reihe

nach die letzte unter den Asteroiden, welche in einer mittleren Entfernung von 57 Millionen geographische Meilen in 4 Jahren 221 Tagen 15 Stunden um die Sonne kreist, und zwar in einer Bahn, welche gegen die Ekliptik unter einem Winkel von 34° geneigt ist, so daß sie weit über die Grenzen des Zodiakus hinausschweift. Sie ist mit unserem Monde fast von gleicher Größe, 52 mal kleiner als unsere Erde, und wie die Ceres mit einer dichten, das Sonnenlicht stark reflectirenden Dunsthülle ohne Flecken umgeben, welcher Umstand bisher die Bestimmung ihrer Achsendrehung nicht möglich machte.

Harding in Lilienthal bei Bremen glückte es, am 1 September 1804 die der Reihe nach zweite der Asteroiden, die Juno, im Bande der Fische zu entdecken. Sie ist 172 mal kleiner als unsere Erde, hat eine ungleich größere und einem plötzlicheren Lichtwechsel unterworfene Atmosphäre als die übrigen Planeten, und bewegt sich in einer sehr in die Länge gezogenen, kometenartigen Bahn in einem mittleren Abstand von 55 Millionen Meilen innerhalb 4 Jahre 131 Tage und 10 Stunden um die Sonne. Nach Schröter soll sie ihre Achsenbewegung in ohngefähr 27 Stunden vollenden.

Die unter den Asteroiden kleinste, aber der Sonne am nächsten stehende Vesta, deren Oberfläche etwa so groß als Deutschland, wurde von Olbers am 29 März 1807 im nördlichen Flügel der Jungfrau entdeckt, allwo derselbe 5 Jahre früher die Pallas aufgefunden hatte. Obgleich von unserer Erde gegen 14800 mal an Größe übertroffen glänzt sie dennoch aus ihrer mittleren Entfernung von 49 Millionen geographische Meilen mit einem Lichte, welches das der anderen Planeten an Glanz weit hinter sich läßt und des Scintillirens wegen dem der Fixsterne gleich kommt, so daß es Schröter als ein ihr selbstständiges, aus ihr sich entwickelndes, sonnenartiges betrachtet wissen will.

In 3 Jahren 225 Tagen vollendet sie ihre sehr in die Länge gezogene, elliptische Bahn um die Sonne.

§. 87.

Der Jupiter.

Der Reihenfolge nach als der neunte und zugleich der colossaleste aller Planeten, kreist Jupiter um die Sonne, und umschließt die Bahnen aller bisher genannten Planeten. Wem sollte nicht der große, mit gelblichtem Lichte glänzende Stern erster Größe bei der Betrachtung des Himmels, als welcher er dort erscheint, aufgefallen seyn, der dem bewaffneten Auge als gestreifte, ovale Scheibe, umgeben von 4 Monden, die nicht selten vor die Scheibe zu stehen kommen und ihren Schatten auf sie werfen, sich zeigt?

In einer mittleren Entfernung von 108 Millionen geographische Meilen, von der aus die Sonne 27 mal kleiner als bei uns gesehen wird, vollendet er in 11 Jahren 315 Tagen seine Bahn um die Sonne, letzterer um 10 Millionen Meilen bald ferner bald näher stehend. Obgleich 1462 mal größer als unsere Erde, bewegt er sich dennoch schon in 9 Stunden 56 Minuten um seine Achse, wie wir aus der Bewegung der dunkeln, parallel von Ost nach West laufenden Streifen und aus ihren Veränderungen erkennen, so daß jeder Punkt seines Aequators in 1 Minute über 102 geographische Meilen zurücklegt und sich über 400 mal schneller bewegt, als es bei unserer Erde der Fall ist. Daher denn auch die größere Abplattung des Jupiters an seinen Polen, indem der Aequatordurchmesser um den dreizehnten Theil größer ist als die Drehungsachse.

Erst Galiläi entdeckte 1610 die 4 Monde oder Trabanten des Jupiters; die erste Frucht des durch den italischen Himmel begünstigten Fernrohrs, welche später durch Römer (§. 43) zu einer der wichtigsten Entdeckungen, zur allmähligen Fortpflanzung des Lichts, führen sollte. Nur einer dieser Monde ist etwas kleiner als der unsrige, die übrigen aber bedeutend größer, ja der vierte fast so groß als der Mars; und ob sie gleich insgesammt weiter von dem Hauptplaneten abstehen, als unser Mond von der Erde, so vollendet doch der am Jupiter zunächst befindliche seine Umlaufsbahn schon in 1 Tag 18 Stunden 27 Minuten, was eine sechszehn mal schnellere Bewegung als die unseres Begleiters voraussetzt. Aber selbst der vom Jupiter am weitesten, um 254000 geographische Meilen abstehende Mond gebraucht zu seiner Umlaufszeit nicht länger als 16 Tage 16 Stunden 32 Minuten, etwas länger als die halbe Umlaufszeit des unsrigen.

Von den Verfinsterungen der Jupiterstrabanten zur Bestimmung der geographischen Länge §. 62.

§. 88.

Der Saturn.

Kein Gegenstand, sagt Herschel, ist am Himmel, der eine solche Manichfaltigkeit außerordentlicher Erscheinungen darbietet, als Saturn, der bleich röthliche Stern erster Größe, der eine Glorie um sein Haupt oder einen Schirm trägt, um sich gegen das Sonnenlicht im Schatten der Ruhe zu lagern oder von ferne eindringende, feindliche Körper und Kometen abzuhalten und die Bewohner des Rings durch seinen Anblick zu erfreuen.

Nicht nur 7 Monde, sondern ein doppelter Ring von bedeutender Dicke umgeben den sehr merklich abgeplatteten (32 : 35), am Aequator gestreiften Hauptkörper, der an Größe unsere Erde 592 mal übertrifft und in einer mittleren Entfernung von 197 Millionen Meilen, von welcher aus die Sonne 90 mal kleiner als bei uns erscheint, innerhalb 29 Jahre 161 Tage sich um die Sonne bewegt.

Der Ring ist körperlich, denn er wirft auf den Planeten selbst seinen Schatten und behält immer dieselbe Gestalt bei, wenn er sich gleich in verschiedenen Gestalten uns zeigt, wie dieß bei jedem Ring der Fall ist, dessen Ebene stets eine parallele Lage beibehält, in so ferne derselbe sich um uns bewegt. Zweimal während einer Bewegung des Saturns um die Sonne sehen wir den Ring am weitesten offen und zweimal erscheint er uns als eine bloße Linie; da aber seine Ebene nicht auf der Ekliptik senkrecht steht, sondern unter einem Winkel von 31° gegen sie geneigt ist, so erblicken wir ihn nie in seiner Kreisgestalt, sondern, wo er am weitesten offen, in der Gestalt eines zusammengedrückten Kreises, was stets von 15 zu 15 Jahren Statt findet.

Aus mehreren hellen Punkten auf dem Ring folgerte Herschel nicht nur, daß derselbe sich in 10 Stunden 32 Minuten 15 Sekunden in seiner Ebene um eine Achse bewege, die durch den Mittelpunkt vom Saturn geht, innerhalb welcher Zeit sich wohl auch der Hauptkörper um seine Achse dreht, sondern auch, daß beiden eine Atmosphäre zukomme mit großen Wolkenmassen, von denen auf dem Planeten selbst die grauen Streifen und dunkeln, veränderlichen Flecken hinreichend zeugen.

Von den 7 Monden, die nur durch gute Fernrohre sichtbar sind, und von denen der größeste nicht selten das angenehme Schauspiel gewährt, daß er an dem Ringe, den er an Dicke übertrifft, gleich einer Perle an einer Schnur sich zeigt, ist nur einer größer als unser Mond,

die übrigen sind bedeutend kleiner, und die meisten kreisen in geringeren Entfernungen, als die des Mondes von der Erde um den Saturn, so daß der erste, oder der dem Planeten zunächst stehende, schon in 22 Stunden 37 Minuten seinen Umlauf um denselben vollendet.

§. 89.

Der Uranus.

Durch einen glücklichen Zufall entdeckte ihn Herschel zu Bath als einen Stern 7ter Größe am 13 März 1781 im Sternbilde des Stiers, und erweiterte dadurch zuerst den Kreis des von den Alten uns überlieferten Planetensystems. Die Engländer nannten das neue Glied der Planetenfamilie Georgs Gestirn, die Franzosen es Herschel, bis man erst später auf Bodes Vorschlag einging, der ihm als dem Vater des Saturn und dem Großvater des Jupiters den Namen Uranus beilegte.

In einer mittleren Entfernung von 396 Millionen geographische Meilen bewegt sich der an seinen Polen wenig abgeplattete, die Erde 81 mal an Größe übertreffende Planet innerhalb 83 Jahren 302 Tagen um die Sonne in Begleitung von 7 Monden, denen wahrscheinlich noch 3 andere beigesellt sind. Man vermuthet Letzteres deßhalb, weil die Erde einen, Jupiter vier und Saturn sieben hat, und kann dabei um so sicherer beharren, als selbst die vom Herschel gesehenen und beobachteten 7 Monde, als zu den lichtschwächsten Gegenständen gehörend, nur durch sein Riesenteleskop sichtbar waren und auf dem Festlande gar nie gesehen wurden. Sie sind von dem Hauptplaneten weiter entfernt als unser Mond von der Erde, und der erste,

oder der dem Uranus zunächst stehende, vollendet schon in 5 Tagen 21 Stunden seinen Umlauf.

Der Tag der Uranusbewohner, welche die Sonne 364 mal kleiner als wir sehen, dauert ohngefähr 7 Stunden, wie Herschel aus mehreren Gründen folgerte, wenn gleich seine Nichtabplattung keine tägliche Bewegung angedeutet hätte.

§. 90.

Allgemeine Bemerkungen über das Planetensystem.

Fragen wir bei der näheren Betrachtung der wunderbaren Erscheinung, daß im unendlichen Raume sich Körper ohne leibliche Fesseln in regelmäßigen Bahnen um einen Centralkörper herumbewegen, nach ihrer Ursache, so antworten wir im Allgemeinen, daß es die immer thätige Kraft der Sonne sey, verbunden mit einem ursprünglichen Stosse, dessen Wirkungen aber nach dem Gesetz der Trägheit beständig fortdauern, welche die Planeten in den krummen Linien um sich zu bewegen zwingt. Die Kraft der Schwere ist die Fessel, mit welcher der leichtere Körper, obgleich für uns unsichtbar, an den schwereren gekettet ist, und an welcher er sich um diesen herumbewegen muß, wenn er dem mächtigen Zuge des schwereren nach seinem Mittelpunkte hin mit voller Kraftanstrengung sich widersetzt und vermöge des ursprünglichen Stosses ins Unendliche hin fort zu fliehen sucht.

Unser Sonnensystem, so schließen wir weiter, läuft wieder um eine andere Sonne, für welche die unsrige demnach ein Planet ist, der mit anderen ein größeres System bildet, und dieses große Sonnensystem läuft wahrscheinlich wieder um eine andere, größere Sonne u. s. w.

Wer wagt es, die Centralsonne oder die Körper zu bestimmen, die als Sitz der Gottheit, als wahres Salem der Stille, der Helle, der Feier und der Wonne sich beide bloß um den gemeinschaftlichen Mittelpunkt bewegen und um welchen sich die Myriaden von anderen Sonnen bewegen, wer die Kraft der Schwere zu erfassen, mit welcher diese wirken und das zahllose Heer der Himmelskörper in ihren Bahnen erhalten müßten?

Wenn auch der Herr der Welt dem rechnenden Begriff des menschlichen Verstandes Antwort darauf bieten wollte, sie müßte aller unserer Fassung überlegen uns doch ein unverstandenes Räthsel bleiben.

Und wenn dem nicht so wäre und könnten wir der Spur des Schöpfers bis in die fernesten Räume der Unendlichkeit folgen, ständen wir dem Herrn näher als zuvor?

Würde er uns dadurch größer erscheinen als in dem Bau unseres Auges, mit dem wir den Bau des Himmels erforschen?

Die Bewunderung dieses sey ja nicht die großer Zahlen, denn hier überbietet der Verstand jedes astronomische Zahlenspiel.

Gott, sagt ein Brahmaischer Ausspruch, ist unendlich kleiner als ein Atom, unendlich größer als das Weltall.

O großer Geist, deß Wesen Alles füllet,
Und den kein Ort in seine Grenzen hüllet,
Der unumschränkt sich niedersenkt
Mit seiner Kraft in alle Dinge,
Dem Nichts zu groß, Nichts zu geringe!

Dem Zug der Sonne nach ihrem Mittelpunkte widerstehen die ihr näheren Planeten, wie Merkur, Venus, Erde, Mars und die kleinen Asteroiden theils durch ihre geringe Schwere, mit der sie sich den Angriffen der mächtigen Gebieterin bloß stellen, theils durch ihren schnellen Flug und die Anziehungskraft ihres nahestehenden Nachbarplaneten; die entfernteren, größeren Planeten aber durch

ihre größere Entfernung und ihr geringes specifisches Gewicht, das wenigstens bis zum Saturn mit der Entfernung von der Sonne beständig abnimmt. Ueberhaupt unterscheiden sich die angeführten, der Sonne näheren Planeten wesentlich von den übrigen, so daß es nicht schwer fällt, beide in zwei verschiedene Classen einzutheilen. Die der ersteren Classe haben alle bei einem geringen Volumen eine große specifische Dichtigkeit, die um so größer ist, je näher der Planet an der Sonne sich befindet, bewegen sich in Ebenen, die gegen die der Ekliptik wenigstens um mehr als 20° geneigt sind, drehen sich dabei ohngefähr in 24 Stunden um ihre Achsen und besitzen Atmosphären, die mit der unserer Erde übereinkommen. Daß die Asteroiden durch ihr Hinausschweifen über die Gränzen des Zodiakus hievon eine Ausnahme machen, kommt wohl daher, daß sie die Trümmer eines einzigen, durch irgend eine gewaltige Naturkraft geborstenen Planeten sind, die eben durch diese Revolution nach verschiedenen Richtungen hinausgeschleudert und so in gegen die Ekliptik stark geneigten Bahnen sich zu bewegen bestimmt wurden.

Die Planeten der zweiten Classe dagegen, vom Jupiter bis zum Uranus, haben bei einem sehr großen Volumen geringe specifische Dichtigkeit, welche vom Jupiter bis zum Saturn, wie gesagt, stets abnimmt; die Ebenen, in welchen sie sich bewegen sind gegen die der Ekliptik nur wenig Grade geneigt, ihre Rotationsperiode dauert nicht halb so lang als die der ersten Classe, daher denn auch ihre starke Abplattung; und ihre Atmosphären sind von ganz eigenthümlicher Beschaffenheit, indem deren Dunstgebilde in an den Körper parallel sich anschließenden Streifen sich zeigen. Auch durch die Menge ihrer Monde unterscheiden sich die letztgenannten Planeten von den andern.

Die in dem nächsten §. beigefügte Tabelle, wo die treffenden Größenverhältnisse jedes einzelnen Planeten zu-

sammengestellt sind, dient zur Bestättigung des gemachten Unterschieds.

Noch ist hinsichtlich der Entfernung der einzelnen Planeten von der Sonne eine gewisse mathematische Gesetzmäßigkeit zu erwähnen, die selbst zum Aufsuchen eines fehlenden Planeten an der Stelle der Asteroiden Veranlassung gab. Theilte man nämlich früher die Entfernung des äußersten Planeten, des Saturns, von der Sonne in 100 gleiche Theile, so war Merkur deren nur 4, Venus $4 + 3 = 7$, Erde $4 + 6 = 10$, Mars $4 + 12 = 16$, Jupiter $4 + 48 = 52$ und Saturn $4 + 96 = 100$ von der Sonne entfernt. Nun fand man aber auch die Asteroiden in dem nach obigen Gesetze gewünschten Abstand von $4 + 24 = 28$ solchen Theilen und Uranus rückte um $4 + 192 = 196$ hinaus, und es bleibt demnach kein Zweifel übrig, daß die Planeten nicht wirklich nach obigem Gesetze von der Sonne entfernt sich bewegten. Daraus würde aber auch folgen, daß, wenn nicht in der Entfernung der Asteroiden, deren Anzahl noch größer seyn kann, wohl kein Planet bis zur Gränze des Uranus noch zu unserem System gehörig sich befände, und daß der jenseits des Uranus kreisende dieß in einem Abstand von $4 + 392 = 396$ solchen Theilen thun müßte. Ob ein solcher vorhanden, wissen wir nicht; möchten es aber vermuthen, die großen Zwischenräume bedenkend, welche zwischen Uranus und den Fixsternen Statt haben.

Was die gegenseitige Stellung zweier Planeten zu einander betrifft, so stehen dieselben im Gedritt- oder Trigonalscheine, im Geviert- oder Quadrat-, im Gesechst- oder Sextil-Scheine, wenn sie um den dritten, vierten und sechsten Theil von 360° von einander entfernt abstehen, wofür die Zeichen △, □, ✱ gesetzt werden.

§. 91.

Uebersicht des Planeten-Systems.

Name	Durchmesser in geogr. Meilen	Körperlicher Inhalt, wenn der der Erde = 1 ist	Abplattung	Dichtigkeit, wenn die der Erde = 1 ist.	Achsendrehung		Tropische Umlaufszeiten.			Mittlere Entfernung von der Sonne in geog. Meilen	Neigung der Bahn gegen die Ekliptik	
					Stunden	Minuten	Jahr	Tag	Stunden		Grad	Minuten
Sonne	192650	1417622		0,252	612	12	—	—	—	—	—	—
Merkur	602	0,043	1/253	1,173	24	5	0	87	23	8·000000	7	0
Venus	1663	0,906	1/306	0,982	23	21	0	224	16	14·950000	3	23
Erde	1719	1,000	1/287	1,000	23	56	1	0	5,8	20·666000	0	0
Mars	932	0,159	1/343	0,837	24	39	1	321	22	31·490000	1	51
Vesta			—		—	—	3	225	—	48·800000	7	8
Juno		0,006	—		—	—	4	131	10	55·170000	13	2
Ceres		0,008	—		9	—	4	220	13	57·266000	10	37
Pallas		0,019	—		—	—	4	221	15	57·302000	34	36
Jupiter	19973	1461,749	1/14	0,228	9	56	11	315	14	107·492000	1	19
Saturn	14908	591,547	c. 1/11	0,172	10	16	29	161	6	197·120000	2	29
Uranus	7467	80,902	1/60	0,219			83	302	8	396·440000	0	46
Mond	468	0,020	—	0,718	—	—	0	27	7	51800	5	8

E. Die Kometen.

§. 92.

Theils zu unserem Sonnensystem gehörig, theils dasselbe nur als Fremdlinge heimsuchend kennen wir eine große Anzahl von Himmelskörpern, die Kometen, von mehr oder weniger runder, schwach schimmernder, vom Mittelpunkt gegen den Rand hin verwaschener, neblicher Gestalt und gewöhnlich versehen mit einem Schweife, dem sie ihre Benennung: Haarsterne, verdanken. Von vieren dieser den allgemeinen Gesetzen der Schwere unterworfenen und folglich selbst schweren, wahrscheinlich in Entwicklung zu Planeten begriffenen Himmelskörpern wissen wir bisher gewiß, daß sie zu unserem Sonnensystem gehören, indem die Bestimmung ihrer Bahn und die Zeit ihres Wiedererscheinens auf sicherer Rechnung beruht; von vielen der übrigen setzt man dies voraus und hat bereits mehr denn 130 verschiedene Kometenberechnungen angestellt; ein großer Theil kehrt jedoch nach der so sehr in die Länge gezogenen Bahn zu schließen, die er zu durchlaufen hat, wohl nie mehr in unser Sonnensystem zurück, sondern bürgert sich wo anders ein.

Nach dem Namen ihrer Entdecker und Berechner heißen diese vier uns näher bekannten Kometen: der H a l l e y s c h e, E n k e s c h e, B i e l a s c h e und O l b e r s'sche. Ersterer wurde schon mehrmals beobachtet und kehrt regelmäßig in 75—76 Jahren wieder; noch mehr ist dieß bei dem zweiten und dritten der Fall, die in kürzerer Zeit, der Enkische in 3 Jahren 110 Tagen, der Bielasche in 6 Jahren 9 Monaten, ihre Umlaufszeiten vollenden; der Olberssche endlich kommt am 9 Februar 1887 von seiner 74jährigen Reise wieder zur Sonne zurück.

Die Bahnen der Kometen unterscheiden sich von denen der Planeten wesentlich in 2 Stücken; durch ihre Form und ihre Lage. Sie bewegen sich zwar auch in Ellipsen in deren einem Brennpunkte die Sonne sich befindet, allein in solchen, bei denen die große Achse gegen die kleine unverhältnißmäßig lang ist und welche demnach die Form sehr stark zusammengedrückter Kreise bekommen; und dann liegen die Ebenen ihrer Bahnen keineswegs zu beiden Seiten der Ekliptik oder im Zodiakus, sondern unter manichfachen Winkeln gegen die Sonnenbahn geneigt, so daß selbst welche die Ekliptik senkrecht durchschneiden.

Die Bahn des Kometen von 1811, der übrigens einer der schönsten und volle 2 Monate bei uns beständig sichtbar war, ist so in die Länge gezogen, daß den Berechnungen zu folge seine Sonnenferne 8000 Millionen Meilen beträgt, während seine Sonnennähe nur 20 Millionen, und der Komet erst nach 3380 Jahren uns wieder seinen Anblick vergönnt. Vom Kometen des Jahrs 1763 aber behauptet man sogar, daß er erst nach 7330 Jahren zur Sonne zurückkehren werde, wenn dasselbe überhaupt noch der Fall ist.

Auch noch rücksichtlich ihres Laufs unterscheiden sich die Kometen von den Planeten, indem sie nicht durchgängig wie diese von West nach Ost ihren Lauf um die Sonne vollenden, rechtläufig sind, sondern oftmals gerade in entgegengesetzter Richtung, von Ost nach West, ihre Bahnen durchlaufen, in welchem Falle sie rückläufig genannt werden.

§. 93.

Hinsichtlich der Gestalt der Kometen hat man dreierlei zu unterscheiden: den Kern, die den Kern umhüllende,

ringförmige Nebelmasse und den stets an der von der Sonne abgewandten Seite des Kometen befindlichen Schweif.

Der Kern erschien manchmal als eine scharf begrenzte, kreisförmige Scheibe; bei anderen Kometen bloß als eine allmählige Verdichtung nach der Mitte der Nebelhülle zu, wieder bei anderen und zwar bei den meisten in neuerer Zeit beobachteten fehlt der Kern gänzlich.

Die den Kern ringsumgebende Nebelhülle ist im Verhältniß zum Kern meist sehr groß, und da, wo sie den Kern berührt, etwas dichter, als in größerer Entfernung, wo sie stets lockerer und dünner, gleich unserer Atmosphäre, wird. Ihr Durchmesser betrug bei den Kometen von 1807 gegen 60 Tausend, bei dem vom Jahre 1811 gegen 27 Tausend Meilen, so daß des Kernes Durchmesser nicht selten tausendmal kleiner ist.

Der Schweif des Kometen endlich ist im Allgemeinen eine denselben begleitende Lichterscheinung, und ist entweder bloß eine Fortsetzung der den Kern umgebenden Nebelhülle, die von dieser in Gestalt eines geraden Kehrbesens, eines Fächers oder einer Ruthe unmittelbar ausgeht, oder der Kern sammt der Nebelhülle befinden sich in einem glockenförmigen Mantel eingehüllt, dessen äußerste Begrenzung wir in Form eines den Kometen umgebenden Reifes erblicken. Beiderlei Arten Schweife befinden sich stets an der von der Sonne abgekehrten Seite des Kometen, und drehen sich bei dessen Herumwandeln um die Sonne stets so, daß sie in größter Entfernung von derselben sich befinden. Gegen das Ende hin ist der Schweif gewöhnlich etwas gebogen und erscheint von der einen Seite hohl, von der anderen erhaben. Die erhabene Seite geht bei der Fortbewegung des Kometen immer voran und zeigt sich gewöhnlich glänzender und schärfer abgegrenzt als die hintere, welche mehr verwaschen ist.

Die Länge und Größe der Schweife ist bei den einzelnen Kometen sehr verschieden. Durch eine ungeheuere

Länge zeichnete sich der Schweif des Kometen vom Jahre 204 v. Ch. aus, welcher vom Morgenhimmel bis zum Abendhimmel hinüber reichte, so wie der vom Jahre 1680 n. Ch., welches überhaupt einer der größten, beobachteten Kometen ist, dessen Schweif dennoch die ganze Nacht noch theilweise sichtbar war, wenn der Komet schon 5 Uhr Abends untergegangen. Auch der Komet von 1811 hatte einen mehr denn 12 Millionen Meilen langen Schweif.

So verschieden aber die Länge der Kometenschweife ist, so verschieden auch ihre Anzahl. Manche haben 2, 3, 4 Schweife, ja der von 1744 hatte sogar 6, deren jeder beträchtlich breit und lang war. Bei anderen Kometen beobachtete man gar keinen Schweif, und wieder bei anderen gingen rings herum von der Nebelhülle bloß kurze Lichtstreifen aus, in welchem Falle der Komet bärtig genannt wird. Die Gestalt der Schweife unterliegt großen Veränderungen und binnen wenig Tagen kann sich derselbe bedeutend verkürzen und verlängern, mehr oder weniger krümmen, oder in mehrere Theile theilen ꝛc., welche Aenderungen alle hauptsächlich von der Annäherung und Wiederentfernung des Kometen von der Sonne herkommen, und wobei im Allgemeinen die Regel gilt, daß je mehr der Komet sich der Sonne nähert, in demselben Maaße auch sein Schweif zunimmt, und je mehr er sich von derselben entfernt, wiederum abnimmt, daß aber unmittelbar nach seiner größten Sonnennähe die Länge und der Glanz des Schweifes am bedeutendsten ist.

Ueber die Natur und physische Beschaffenheit der Kometen läßt sich wenig mit Gewißheit sagen, und nur so viel steht in dieser Beziehung theils als gewiß, theils als sehr wahrscheinlich fest:

1) die Kometen sind den Gesetzen der Schwere unterworfene Himmelskörper;
2) der Stoff oder die Masse, woraus sie bestehen, ist äußerst locker und dünn, oder die Kometen

sind bei aller ihrer Größe sehr leicht und vom geringen Einfluß hinsichtlich der Anziehung auf andere Himmelskörper.

3) Die Kometen besitzen ihr eigenes Licht.

4) Die den Kometen umgebende Nebelhülle und der Schweif bestehen nicht, wie man früher glaubte, aus Dünsten, sondern aus einem bei weitem feineren Stoffe.

Wir rechnen sie, um mit Seneca zu sprechen, zu den ewigen Werken der Natur, die sich nicht leicht in ihrer Werkstätte beschleichen und die wirkliche Beschaffenheit und die Entstehung ihrer Werke nicht gerne erkennen läßt, und wissen wenigstens so viel, daß sie nicht bloß zufällige Erscheinungen am Firmamente sind, ähnlich den andern feurigen Luftmeteoren, wie den Sternschnuppen, Feuerkugeln, fliegenden Drachen ꝛc.

Auch haben wir keine Furcht mehr vor ihnen als sicheren Vorboten mancherlei Unglücks für Menschen und Länder, besonders in Zeiten des Kriegs, wobei man nicht consequent genug war, zu bedenken, daß dasjenige, welches dem einen von zwei kriegsführenden Völkern Unglück bringt, dem andern Glück ist, oder als giftigen, in den obersten Regionen der Luft herumschwärmenden Ungeheuern, die bei ihrer Annäherung an die Erde deren Atmosphäre vergifteten und Mißwachs, Pest, Krankheit und andere Uebel uns brächten.

Der kommenden Zeit ist es vielleicht vergönnt, näheres Licht über diese langgeschwänzten Paradiesvögel, wie sie der Verfasser der Urwelt und der Fixsterne, nennt, zu verbeiten und ihre Bedeutung im großen Weltgebäude näher zu erkennen.

III. Die Fixsterne.

§. 94.

Wenn wir früher von der Eintheilung der Fixsterne nach ihrer verschiedenen Größe sprachen, so sollte mit letzterer nichts weiter gemeint seyn, als die Stärke des Lichts, mit der sie vom hohen Gewölbe aus zu uns blinken; denn was ihre eigentliche Größe, ihr Volumen betrifft, so zeigen sie alle, selbst durch die stärksten Fernrohre betrachtet, keinen merklichen Durchmesser, sondern erscheinen bloß als leuchtende Punkte, die deßhalb von den in unserer Atmosphäre befindlichen, unzähligen Staubtheilchen bald verdunkelt, bald wieder erhellt werden, daher ihr zitterndes Licht, und deren Verschwinden (Immersion) und Sichtbarwerden (Emersioa) an der Scheibe des Mondes deßhalb die Sache eines Augenblicks ist. Es hat dieß seinen Grund in der überaus weiten Entfernung, aus der wir sie beobachten, und welche so beträchtlich ist, daß dagegen die Dimensionen der Erde, so groß und bedeutend sie auch sind, dennoch verhältnißmäßig gar nichts und absolut unmerkbar sind. Denn ob die Erde in ihrer Bahn gewissen Fixsternen zu gewissen Zeiten um 40 Millionen Meilen näher oder entfernter steht, an ihrer scheinbaren Größe und Lichtstärke sowohl, als an ihrer Stellung zu einander bemerkt man nicht die geringste Veränderung, welche man doch, vornehmlich in letzterer Beziehung, noch durch die sogenannte, in §. 37 bereits erwähnte Parallaxe gewahren würde, falls die Sterne selbst in einer Entfernung von mehr denn 4 Billionen Meilen sich befänden. In diesem Falle würde ihre Parallaxe, d. h. ihre durch Aenderung des Standpunktes bewirkte, scheinbare Aenderung der Lage ihres Ortes, eine Sekunde betragen, oder die Sterne, welche

in einem wohl und festangebrachten Rohre culminirten, würden nach Verlauf eines halben Jahrs von dem um 40 Millionen Meilen geänderten Standorte des Rohrs aus an einem um 1 Sekunde verschiedenen Orte ihre größte Höhe erreichen. Aber so sind die größten Veränderungen unseres Standpunktes im großen Weltall nicht vermögend, auch nur die geringsten, scheinbaren Veränderungen des Orts der Fixsterne am Firmant zu bewirken, um so weniger die Veränderungen der Beobachtungspunkte auf der Erde selbst. Wo wir auch auf dieser Beobachtungen vornehmen, ob an den Polen oder am Aequator, überall sind die Abstände der Sterne dieselben, ihre Bahnen um den Pol stets kreisförmig, und fallen die Pole selbst genau auf denselben Punkt des Sternenhimmels.

Die Erde ist, so folgern wir mit Recht, in Bezug auf die Entfernung der Fixsterne (nicht aber der Planeten und Kometen, bei denen auf die Lage des Orts der Beobachtung Rücksicht genommen werden muß), ein mathematischer Punkt, der Mittelpunkt der Himmelskugel, so daß wir überall auf der Erdoberfläche uns als im Mittelpunkt des Himmels befindlich betrachten können, und die Ebenen des wahren und scheinbaren Horizonts (§. 6) zusammenfallen, und daß uns auf jedem Punkte der Erdkugel die Hälfte der concentrischen Himmelskugel zu übersehen vergönnt ist. Figur 40, wo **A Z B N** einen Himmelsmeridian, **c E d** den concentrischen Erdmeridian vorstellt, möge es versinnlichen, daß z. B. der Beobachter in **E** den halben Himmel übersieht, indem beide Horizonte, **a Z b** der scheinbare und **A Z B** der wahre, wenig von einander verschieden sind.

Der kühnen Phantasie war hinsichtlich dieser unmeßbaren Entfernung großer Spielraum gegeben, und so setzt Herschel, der große Kenner des Himmels, den uns zunächst stehenden Fixstern in eine solche Entfernung, daß das von

ihm ausgehende Licht 6 Jahre 136 Tage gebrauchte, um zu uns zu gelangen, daß z. B. Sirius, der als hellster Stern erster Größe für der uns am nächsten stehende gehalten wird, noch 6 Jahre 136 Tage uns erschiene, ob er gleich schon so lange erloschen und in Nichts zerfallen wäre. Die Sterne zweiter Größe sind nach ihm nochmals, und die dritter, dreimal so weit entfernt als die der ersten, und die Abstufungen der vermutheten Entfernungen, oder die in unserem Weltgebiete oder unserer Milchstrasse nach einander befindlichen Schichten von Fixsternen erreichen nach Herschel die Zahl Tausend; das Licht, denn nur dessen Geschwindigkeit kann uns einigermaassen als Maaßstab dienen, brauchte gegen 9000 Jahre, um nur unser Weltgebiet zu durcheilen, der anderen gar nicht zugedenken, die uns als neblicher Schimmer weit über die Milchstrasse hinaus erscheinen und nur dem stark bewaffneten Auge zugänglich sind.

So wenig wir im Stande sind, die Entfernungen der Fixsterne auch nur näherungsweise zu bestimmen, so wenig wissen wir auch von ihrer Natur und ihrem Wesen zu sagen. Nur das Eine möchten wir behaupten, daß ihr aus so bedeutender Ferne herkommendes Licht kein geborgtes ist, sondern ein selbstständiges, und sie wohl Sonnen gleich der unsrigen sind, vielleicht im Gefolge von noch mehr Planeten und Trabanten, als diese hat.

§. 95.

Die Fixsterne, sahen wir, haben nach den neuesten Beobachtungen keine Parallaxe, das heißt: man bemerkt keinen Unterschied der Orte, an welchen sie von verschiedenen Standpunkten aus betrachtet am Himmelsgewölbe sich zeigen, und sie geben uns deßhalb kein Mittel an die Hand, ihre Entfernung von uns zu bestimmen. Bei den

Planeten und Kometen ist letzteres nicht der Fall; für ihre Entfernung sind die Erddimensionen keine verschwindenden Größen und sie haben deßhalb eine Parallaxe, vermöge welcher man ihren terrestrischen Abstand und durch die Größe ihrer Durchmesser ihre räumlichen Verhältnisse bestimmen kann. Wie dieß geschieht, möge aus folgender Bestimmung der Entfernung des Monds von der Erde ersichtlich seyn, welche nur einige Kenntniß der ebenen Geometrie und Trigonometrie voraussetzt.

Der Ort, an dem ein Stern von dem Mittelpunkt der Erde aus erscheint, welches der Fall für den Beobachter ist, in dessen Zenith der Himmelskörper sich befindet, heißt des Sterns wahrer, oder geocentrischer Ort; der Ort aber, an dem man ihn von irgend einer Stelle der Erdoberfläche sieht, sein scheinbarer. Stellt nun (Figur 37), der Kreis A B D einen Erdmeridian vor, von dessen zwey ziemlich weit von einander entfernt liegenden Orten A und B aus der Mond M im concentrischen Himmelsmeridiane K M L zu gleicher Zeit culminirend beobachtet wird, so sieht ihn der Beobachter in A beim Sterne f, und der in B beim Sterne g, und der Bogen f g bedeutet die Parallaxe des Mondes für beide Orte. Diese Parallaxe bestimmt man nun also:

Da die Entfernung der Orte A und B, oder der Bogen A B bekannt ist, so ist damit auch die Größe des Winkels s gegeben, und folglich im Dreiecke A B C außer den beiden gleichen Schenkeln noch der eingeschlossene Winkel, wodurch nun in demselben Alles bekannt ist, sowohl die Seite A B, als die beiden Winkel, o und n. Die Zenithdistanzen des Monds für die Orte A und B, oder die Winkel t und u werden zur Zeit seiner Culmination gefunden, sind demnach bekannte Größen, und geben uns ein leichtes Mittel an die Hand, die Winkel p und q durch Subtraction der bekannten Winkel o + t, so wie u + n von 180° ihrer Größe nach zu bestimmen. Im Dreiecke

A B M sind demnach nächst der Grundlinie A B die an ihr liegenden Winkel bestimmt, und dadurch werden alle übrigen Stücke desselben, also auch der Winkel A M B = der Parallaxe des Mondes, gefunden. Das Dreieck A M C endlich, in welchem mit Einschluß einer Seite mehr als hinreichende Stücke bekannt sind, lehrt den Abstand des Mondes vom Mittelpunkt der Erde, oder die Linie M C finden und somit seine Entfernung M w von der Oberfläche der Erde.

Unter astronomischer Parallaxe versteht man den Unterschied der Orte des Sterns, wenn derselbe zu gleicher Zeit von einem Punkt der Erdoberfläche und vom Mittelpunkt der Erde aus beobachtet wird, so daß für unseren obigen Fall nur die Hälfte des Winkels A M B oder der Winkel A M C als astronomische Parallaxe des Mondes zu betrachten ist. Diese Parallaxe ist im Horizont, d. h. wenn das Gestirn im Momente seines Auf- oder Untergangs von einem beliebigen Ort der Erdoberfläche und vom Erd-Mittelpunkte aus beobachtet wird, (Horizontalparallaxe) am größten, und die Astronomen bedienen sich deßhalb ausschließlich derselben. Für den Mond würden wir sie leicht finden, wenn wir (Fig. 38.) zwey Orte A und B ein und desselben Erdmeridians kennten, an deren einem B der Mond in demselben Augenblicke im Zenith stände, wo er dem andern A aufginge. Die Entfernung beider Orte, oder der Bogen A B bestimmte die Größe des Winkels A C B, und damit wäre die Horizontalparallaxe des Mondes oder der Winkel A M C gefunden, vermöge der sich nun leicht der terrestrische Abstand B M des Mondes durch Hilfe der Trigonometrie berechnen ließe. Die Horizontalparallaxe des Mondes beträgt 57′ 0,″3976, und vermittelst ihrer und des scheinbaren Monddurchmessers hat man die Größenverhältnisse gefunden, die wir in §. 69 bei der näheren Betrachtung des Mondes bereits angegeben.

§. 96.

Je weiter ein Himmelskörper von der Erde entfernt ist, desto kleiner seine Parallaxe, desto kleiner auch seine größte, die Horizontalparallaxe, mit welcher wir es vorzugsweise zu thun haben. Beträgt diese nun schon beim Monde nicht einmal einen Grad, um wie viel weniger wird dieß bei der verhältnißmäßig sehr weit entfernten Sonne der Fall seyn; und, da wir es mit einer so kleinen Größe zu thun haben, welch große Genauigkeit der Beobachtung wird erfordert werden, ihre Horizontalparallaxe und damit ihre Entfernung von der Erde wenn auch nur einiger Maassen sicher zu bestimmen! Es geschah dieß auch erst in der Mitte des letzten Jahrhunderts, wo es hauptsächlich durch Hilfe der in den Jahren 1761 und 1769 beobachteten Durchgänge der Venus durch die Sonnenscheibe den Astronomen, freilich nach großer Mühe und Anstrengung, gelang, die Horizontalparallaxe der Sonne auf die geringe Größe von $8\frac{1}{2}$ Sekunden (genauer $8'',5776$) mit großer Gewißheit anzugeben und dadurch ihre terrestrische Entfernung und mit Hilfe ihres scheinbaren Durchmessers ihre übrigen Größenverhältnisse zu bestimmen.

Aristarch (300 v. Ch.) war übrigens der Erste, der die Entfernung der Soune von der Erde auf eine sinnreiche Weise zu finden lehrte, wenn das Resultat seiner Rechnung gleichwohl weit von der Wahrheit abwich. Um die Zeit des ersten oder letzten Viertels, wenn der Mond genau zur Hälfte erleuchtet ist, steht derselbe um 90° von der Sonne ab, oder der Winkel S M E (Fig. 39) ist ein R. Findet man nun noch den Winkel S E M durch Messung, so sind durch die bekannte Entfernung M E des Monds von der Erde im Dreiecke M S E drei Stücke gegeben, die uns mit Hilfe der Trigonometrie in den Stand setzen, alle übrigen leicht zu bestimmen.

§. 97.

Durch Hilfe der Parallaxe findet man, so wie von Mond und Sonne, auch die Entfernungen der übrigen zu unserem Sonnensystem gehörigen Himmelskörper von der Erde durch eine leichte trigonometrische Rechnung. Damit soll jedoch nicht überhaupt gesagt seyn, daß das ganze Verfahren, eine solche Entfernung zu bestimmen, wenig Arbeit und Mühe koste; gerade die Bestimmung der Parallaxe selbst erfordert die genauesten Beobachtungen und erheuscht Rechnungen, die den Fleiß und das Nachdenken der Astronomen nicht selten lange Zeit in Anspruch nehmen. Von der Aberration und Nutation als bei der Beobachtung und Lagebestimmung eines Himmelskörpers zu berücksichtigenden Erscheinungen, welche mit der größten Genauigkeit behandelt werden wollen, haben wir bereits im Vorhergehenden gesprochen; schließlich genüge in dieser Beziehung noch anzuführen, daß auch unsere Atmosphäre, selbst wenn sie noch so rein ist und den Glanz der Sterne nicht im mindesten trübt, wofür der Astronom nicht genug dankbar seyn kann, dennoch nicht ihr Licht ungestört zu ihm kommen und ihn den Stern an seinem wirklichen Orte schauen läßt.

Man nennt diese Erscheinung die Refraction oder Strahlenbrechung des Lichts, welche darinnen besteht, daß ein Lichtstrahl bei seinem Uebergang von einer dünneren in eine dichtere Materie, in letzterer nicht in der einmal bestimmten Richtung fortgeht, sondern eine andere, gegen die Fläche der dichteren Materie, auf welche er auffällt, mehr geneigtere annimmt, und so für das im dichteren Medium befindliche Auge, das er trifft, von einem höher gelegenen Orte auszugehen scheint, als es in der That der Fall ist. Und zwar tritt dieß um so mehr ein, je schiefer die Lichtstrahlen selbst auf das dichtere Medium fallen, so wie umgekehrt der senkrecht auffallende Strahl gar keine

Brechung erleidet, sondern in derselben Richtung ungestört hindurch geht. Bezeichnet z. B. (Fig. 41) M N die Grenze des dichteren Mediums A und des dünnern B, so geht der von F ausgehende Lichtstrahl F S in ersterem Medium nicht in der Richtung S T fort, sondern F S wird der M N zugewendet und nimmt die Richtung S O an, so daß das in O befindliche Auge den leuchtenden Gegenstand F in der Richtung O S und daher einen höhern Standpunkt F einnehmen sieht, als er wirklich hat. Wenden wir nun das so eben Gesagte auf das Licht der Himmelskörper an, das sie uns aus den Regionen des feinsten Aethers in unsere verhältnißmäßig dichte Erdatmosphäre herabschicken, so muß dasselbe nothwendig, als von dem Uebergang von einem dünneren in ein dichteres Medium, eine Brechung erleiden und jeder Stern uns viel höher gegen das Zenith zu erscheinen, als er ohne Atmosphäre am Himmel zu sehen wäre. Bei den am Horizont zunächst befindlichen Sternen, die uns ihr Licht unter den schiefsten Winkeln zuschicken, ist dieß am meisten der Fall und sie scheinen über einen halben Grad (33′ 46″) am Himmel höher zu stehen, als sie es wirklich sind; für die vom Horizont entfernteren nimmt dieß Höherhinaufrücken jedoch ziemlich schnell ab, so daß bei einer wirklichen Höhe des Sterns von 45° die Refraction kaum 1 Minute und bei 80° nur noch den sechsten Theil einer Minute beträgt, welche Grössen jedoch immerhin bei genauen astronomischen Beobachtungen keineswegs zu vernachläßigen sind. Im Meridian erreichen die Sterne ihre größte Höhe über dem Horizont und ihr Ort wird durch die Strahlenbrechung am wenigstens verrückt; daher man auch alle Beobachtungen an Sternen in diesem größten Kreise vornimmt.

So wie nun die Sterne am Horizont höher zu stehen scheinen, als es in der That der Fall ist, so sind die an der näheſten östlichen Grenze desselben bereits sichtbaren Sterne noch nicht aufgegangen, so wie die an der westlichen

sichtbaren schon untergegangen; eine Erscheinung, die Bezugs der beiden großen Gestirne des Tags und der Nacht von wesentlichem Einfluß auf die Länge ihres Verweilens über unserm Horizont ist. Der Durchmesser sowohl der Sonnen- als Mondsscheibe beträgt, wie wir früher schon bemerkten, einen halben Grad, gerade so viel, als die Refraction am Horizonte ausmacht, und daher geschieht es, daß sowohl beim Aufgehen als Untergehen der Sonne und des Mondes beide Himmelskörper bereits mit voller Scheibe über unserem Gesichtskreis stehen, während sie noch unterhalb desselben sich befinden, und dadurch bei uns die Länge des Tags und der Mondsnacht um mehr denn 6 Minuten verlängern. In der Nähe der Pole ist wegen der dort befindlichen dunstigeren Atmosphäre und des schieferen Auffallens der Lichtstrahlen die Horizontalstrahlenbrechung noch viel bedeutender als bei uns und beträgt selbst über 4 Grade, wodurch die halbjährige Nacht der Polbewohner um mehr als einen vollen Monat abgekürzt wird.

Auch auf die Gestalt beider Himmelskörper hat die Refraction bei deren Auf- und Untergang einigen Einfluß, indem sie bewirkt, daß dieselben sich nicht vollkommen rund, sondern an der untern Seite ihres Randes abgeplattet zeigen. Je näher der leuchtende Körper am Himmel unserem Horizonte ist, um so mehr wirkt die Strahlenbrechung auf ihn, und daher auf den untern Sonnen- und Mondsrand mehr, als auf den oberen, vom Horizonte weiter entfernteren, welch' letzteren sie daher weniger als ersteren zu heben und ihm mehr seine ursprüngliche Gestalt beibehalten zu lassen scheint.

Noch ist einer Erscheinung als Wirkung der Refraction zu gedenken, die den wohlthätigen Uebergang von der Nacht zum Tage und von diesem zu jener bildet, ich meine, der Morgen- und Abenddämmerung. Wenn die Sonne noch so tief unter dem Horizonte steht, daß wir selbst mit Hilfe der Horizontalrefraction ihres Bildes nicht an-

sichtig werden können, so treffen ihre Strahlen doch noch den Luftkreis, erleiden daselbst eine Brechung gegen die Erde zu und gelangen nach wiederholtem Brechen in unser Auge, wo sie uns, weil sie viel zu unordentlich und zerstreut von verschiedenen Seiten herkommen, zwar kein Bild der Sonne geben, aber doch jene Helle um uns verbreiten, die mit obigem Namen bezeichnet ist. Die Morgendämmerung beginnt, wenn die Sonne 18° unter dem Horizonte sich befindet, und die Abenddämmerung ist geendet, wenn dasselbe der Fall ist. Man nennt diese Dämmerungen die astronomischen, zum Unterschied von der bürgerlichen, welche schon geendet ist, wenn man ohne künstliche Erleuchtung in den Zimmern gewisse Schrift nicht mehr lesen kann, was schon geschieht, wenn die Sonne etwa 7° unter dem Horizonte steht.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Erster Anhang.

Zur Chronologie.

§. 98.

Eines der ersten Bedürfnisse der sich bildenden menschlichen Gesellschaft war die Eintheilung der Zeit, als deren natürliche Einheit sich wohl gleich Anfangs der sogenannte natürliche Tag, oder der Zeitraum vom Auf- bis zum Untergang der Sonne darbot, dem erst später wegen seiner ungleichen Länge der stets gleich lange bürgerliche Tag, oder die Zeit, in welcher die Sonne einen Umlauf um die Erde vollendet, sich anschloß. Nur war man in Bezug auf letzteren über seinen Anfang nicht einig. Die Griechen, so wie noch jetzt die Muhamedaner und Juden, begannen ihn mit dem Untergang der Sonne, die Römer mit der Mitternacht, die Babylonier und andere Völker mit dem Aufgang der Sonne, die Astronomen endlich nehmen den Mittag zum Tagsanfang. Es war hierin so wenig Uebereinstimmung als in der Zeitrechnung der alten Völker, wie wir sehen werden, überhaupt, so daß man mit ziemlicher Gewißheit behaupten kann, daß es im Alterthum so viel besondere Zeitrechnungen gab, (unsere ältesten Vorfahren selbst zählten ihre Zeit nach Nächten) als der Abstammung nach verschiedene Völker.

Jetzt beginnt man allgemein, wenigstens bei den christlichen Völkern Europas, den bürgerlichen Tag um Mitternacht und theilt denselben in zwei mal 12 gleiche Stunden, von denen die 12 ersten, von Mitternacht bis Mittag, Morgenstunden und die zweite, von Mittag bis Mitter-

nacht währende Hälfte Abendstunden heißen. Die Stunde selbst theilt man in 60 gleiche Theile, Minuten genannt, und die Einheit der letzteren wieder in 60 gleiche Theile, in Sekunden. Nur die Astronomen setzen noch nach dem Vorgang des Ptolemäus den Anfang des bürgerlichen Tags aus gewissen Rücksichten auf 12 Uhr Mittags und zählen die Stunden von Eins bis Vierundzwanzig in einer Reihe fort.

(Sonnentag, Sterntag siehe §. 47.)

Als eine größere Einheit wie der Tag zur Eintheilung der Zeit, die wohl, um nicht beständig mit großen Zahlen umgehen zu müssen, schon frühe gesucht werden mußte, gaben sich die gleichförmig wechselnden Gestalten des Mondes an die Hand. Nach dem Monde ordneten deßhalb fast ohne Ausnahme alle Völker ihren Gottesdienst und bestimmten ihre Versammlungen, so wie noch heut zu Tage die Türken, Mohren und verschiedene amerikanische Völkerschaften nach dessen abwechselnden Lichtgestalten rechnen. Die Zeit der wiederkehrenden Mondsphasen oder der Mondsmonat betrug 29½ Tage, welchen Zeitraum wiederum schon viele alte Völker: die Chinesen, die alten Piruaner und, wie wir aus dem zweiten Capitel der Genesis wissen, die Juden nach den Mondsvierteln in 4 Theile zerlegten und so die minder lange Eintheilung der Zeit nach siebentägigen Wochen veranstalteten, deren auch wir uns bedienen. Die Wochentage selbst haben nach Sonne, Mond und den Planeten ihre Namen und Zeichen, die sie nach der Alten Ansicht also erhielten: Die sieben damals bekannten Planeten beherrschen nach ihrer Reihenfolge: Saturn, Iupiter, Mars, Sonne, Venus, Mercur, Mond die 24 Stunden des Tags, und wem die erste Stunde desselben zufällt, derselbe ist Herr des Tags. Mit dem Sabbath fängt die Woche an, daher dem Sonnabend der Name dies Saturni mit dem Zeichen ♄ zukommt. Die fünf und zwanzigste Stunde, oder die erste Stunde des zweiten Tags

der Woche fällt der Sonne zum Beherrschen anheim, daher Sonntag, dies Solis mit dem Zeichen ☉ u. s. w. so daß man hat:

Sonntag Montag Dienstag Mittwoch Donnerstag Freitag Sonnabend

☉ ☾ ♂ ☿ ♃ ♀ ♄

Dies Solis Lunae Martis Mercurii Iovis Veneris Saturni.

Die nächst größere Zeiteinheit bildete man aus 12 Mondsmonaten oder 354 Tagen, weil in diesem Zeitraum die Jahreszeiten so ziemlich genau widerkehrten, und bekam so das Mondsjahr, welches sich so lange bei den Völkern erhielt, als ihre Kenntnisse von dem Laufe der Himmelskörper, insbesondere der Sonne, noch in ihrer frühesten Entwicklung sich befanden, mit Ausnahme aller zum Islam sich bekennenden Völker, bei welchen dasselbe noch bis auf diese Stunde im Gebrauch ist.

§. 99.

Jedoch währte es immerhin lange Zeit, bis man vom tropischen Jahr, von welchem die Wiederkehr der Jahreszeiten abhängt, als Zeiteinheit Gebrauch machte, da selbst der größte Astronom des Alterthums, Hipparch, die Dauer desselben zu wenig genau kannte.

Die alten Aegypter waren wohl die ersten, welche sich des Sonnenjahres bedienten, dessen Dauer aber bloß zu 365 Tagen bestimmten, also um 5 Stunden 48 Minuten 48 Sekunden zu kurz annahmen. Dieser Unterschied macht nach 1461 bürgerlichen Jahren ein volles Jahr aus, in welchem Zeitraum sich die vier Jahreszeiten in allen Monaten des Jahrs einzustellen hatten. Dieser Verwirrung abzuhelfen setzte Julius Caesar (45 v. Ch.) das tropische Jahr zu 365 Tagen 6 Stunden fest und bestimmte, daß nach je 3 gemeinen Jahren von 365 Tagen das vierte der zu ei-

nem ganzen Tag angewachsenen Stunden wegen ein Jahr von 366 Tagen, ein Schaltjahr, seyn sollte. Mitternachts 12 Uhr am 1. Jan. nahm das Jahr seinen Anfang, welches wie das Mondsjahr ebenfalls in 12 Theile, Monate, eingetheilt wurde, deren jedes 30 — 31 Tage zählt, mit Ausnahme des Februars, der in einem gewöhnlichen Jahr bloß 28, in einem Schaltjahre aber des zwischen den 23ten und 24. Febr. eingeschalteten Tags wegen 29 Tage hat.

Allein in dieser julianischen Verbesserung war das tropische Jahr um 11 Minuten 12 Sekunden zu lange angenommen; ein Fehler, der schon nach 128 Jahren einen ganzen Tag ausmachte, um den man in der Zeitrechnung voraus war, und der im Jahre 1582 nicht weniger als 10 Tage, um welche das Frühlingsaequinoctium in der Wirklichkeit früher als der 21. März fiel, ausmachte. *) Um diese 10 Tage verordnete Pabst Gregor XIII. das Jahr 1582 zu verkürzen und auf den 4ten Oktober den 15ten folgen zu lassen; und damit in der Folge das Frühlingsaequinoctinm sich vom 21. März nicht entfernen könne, bestimmte er, bei drei nach einander folgenden Säcularjahren die Schalttage wegfallen zu lassen, sie also als gemeine, und erst das jedesmalige vierte Säcularjahr als ein Schaltjahr zu zählen. Das Jahr 1600 soll als Schaltjahr den Anfang machen, die Jahre 1700, 1800, 1900 als gemeine Jahre und erst das Jahr 2000 wieder als Schaltjahr gelten.

Durch diesen neuen gregorianischen Kalender (neuer Stil zu rechnen) ist nun einer weiteren Verbesserung auf lange Zeit abgeholfen, denn erst in mehr als 4000 Jahren beträgt der Unterschied, um welchen das Jahr zu lange angenommen ist, einen einzigen Tag; und deßhalb ist der-

---

*) Es hätten eigentlich, wenn Caesars Vorschriften genau beobachtet worden wären, nahe 13 Tage seyn sollen, da 1626 : 128 fast 13 zum Quotienten gibt.

selbe, mit Ausnahme von Rußland, das noch nach dem julianischen, nach **altem** Stil, rechnet, jetzt in allen europaeisch, christlichen Staaten eingeführt. Lange widersetzten sich die Protestanten der Einführung desselben, und erst 1700 beqnemten sie sich in Deutschland, Holland, der Schweiz und in Dännemark, 1752 in England und 1753 in Schweden dazu, nachdem sie in minder Wesentlichen eine Verbesserung zu Stande gebracht hatten. Rußland bedient sich, wie gesagt, noch des julianischen Kalenders, dessen Fehler nun bereits zu 12 Tagen angewachsen ist, so daß der 1te Jan. der Russen nun unser 13te Januar ist ($^1/_{13}$) und bei ihnen das Frühlingsaequinoctium schon am 9. März eintritt. Von der in der Hitze der Revolution eingeführten französischen Zeitrechnung findet sich keine Spur mehr.

§. 100.

Eine wiederkehrende Reihe von Jahren, nach deren Ablauf gewisse Zeitverhältnisse oder Erscheinungen sich erneuern, wird ein **Cyklus**, **Cirkel**, **Zeitkreis** gegenannt. Man zählt deren hauptsächlich drei, welche bei den Chronologen vorkommen: 1) den **Sonnencirkel**, 2) den **Mondscirkel** und 3) den **Indictionscirkel**.

Unter dem Sonnencirkel versteht man eine Periode von 28 Jahren, nach welcher die Wochentage wieder auf die gleichen Monatstage fallen. Würde das Jahr gerade aus 52 Wochen bestehen, so fände dieß alle Jahre Statt; nun es aber 52 Wochen 1 Tag zählt, so fielen wenigstens nach 7 Jahren die 7 Wochentage wieder auf dieselben Monatstage, wenn alle Jahre gleiche Länge hätten, und nicht alle 4 Jahre ein Schaltjahr sich einstellte. Letzteres bewirket, daß erst nach 28 Jahren die genannte Erscheinung wiederkehrt.

Nach unserer Zeitrechnung fällt der Anfang eines Sonnencirkels neun Jahre vor Christus. Addirt man daher diese neun Jahre zu der Jahreszahl, für welche man den Sonnencirkel sucht, und dividirt die Summe durch 28, so gibt der Quotient an, wie viel Sonnencirkel seit 9 vor Christus verflossen sind, und der Rest, in welchem Jahre des nächsten Sonnencirkels wir stehen. Im Jahre 1837 ist (1837 + 9): 28 = 65 der Quotient, 26 der Rest, oder das Jahr 1837 ist das 26te des 66sten Sonnencirkels. Der Mondscirkel ist eine Reihe von 19 tropischen Jahren, in welchen der Mond 235 mal neu wird und bewirkt, daß die Neumonde sich wieder an denselben Tagen des Sonnenjahrs ereignen. Im ersten Jahre dieses Cirkels fällt der Neumond auf den 1. Januar, im zweiten wegen der 11 Tage, um welche das Sonnenjahr länger als das Mondsjahr ist, auf den 11ten Januar u. s. w. Die goldne Zahl im Kalender sagt, in dem wievielsten Jahr des Mondscirkels wir uns befinden und die Epakte, wie viel Tage der Mond am 1. Januar alt ist, oder wie viel er mit ins neue Jahr hinüber nimmt (ἐπακτος hinzugebracht, hinzugeführt.) Ein neuer Mondscirkel, dessen Bestehen schon 430 v. Christus vom Athener Meton erkannt wurde, begann ein Jahr vor Christus. Addirt man daher zu einer gegebenen Jahrszahl 1, und dividirt die Summe durch 19, so zeigt der Quotient an, wie viel Cirkel seit dem ersten Jahre vor Christus verflossen sind, und der Rest, oder die goldene Zahl, im wievielsten Jahre des nächsten Cirkels wir stehen. Da (1837 + 1): 9 zum Quotienten 96 und zum Rest 14 gibt, so sind 1837 bereits 96 Mondscirkel abgelaufen, und wir leben im 14ten des 97sten, oder die goldene Zahl für 1837 ist 14.

Die goldene Zahl eines Jahrs lehrt die Epakte desselben finden. Ist die goldene Zahl 1, so ist die Epakte 0; ist sie 2, so ist die Epakte 11; der goldenen Zahl 3 entspricht die Epakte 11 + 11 = 22, für 4 gilt die Epakte

22 + 11 = 33, oder mit Abzug eines synodischen Monats von c. 30 Tagen, = 3, für 5 die Epakte 3 + 11 = 14 u. s. w.

§. 101.

Die Epakten sind deßhalb wichtig, weil nach ihnen der Ostervollmond oder überhaupt Ostern bestimmt wird. Nach dem Beschluß des Nicänischen Conciliums (Anno 325) soll nämlich Ostern an dem Sonntage gefeiert werden, der zunächst auf den ersten Vollmond nach dem Frühlingsaequinoctium (21. März) folgt. Fällt dieser Vollmond auf einen Sonntag selbst, so soll Ostern auf den nächstfolgenden Sonntag verlegt werden. Ist nun die Epakte eines gewissen Jahrs z. B. 12, so finde ich leicht, wie alt der Mond am 21. März ist und wann demnach der erste Vollmond nach diesem Zeitpunkte eintritt. Im Jahre 1836 war die Epakte 12. Addire ich zu dieser die vom 1. Jan. bis zum 21. März verfließenden Tage, deren 81 sind, und dividire die Summe durch $29^1/_2$, so sagt der Rest, wie alt der Mond am 21. März ist, woraus sich leicht finden läßt, wann derselbe voll wird. $(81 + 12) : 29^1/_2$ gibt zum Quotienten 4, oder der Mond war am 17. März 1836 neu und wurde am 1. April voll. Da dieß ein Freitag war, so wurde nächsten Sonntag darauf Ostern gefeiert.

Die Ostergrenzen fallen nach diesen Bestimmungen zwischen den 22. März und 25. April *) und nach dem Tage, auf welchen Ostern fällt, richten sich zugleich alle übrigen beweglichen Feste. Vierzig Tage nach Ostern ist Himmelfahrt, 50 Tage nach Ostern Pfingsten.

Der Indiktionscirkel ist ein Zeitraum von 15 Jahren, der von den späteren römischen Kaisern zum Be-

*) Non sequitur Marcum nec praecedit Benedictum.

hufe gewisser Schatzungen eingeführt wurde und so in die Zeitrechnung überging. Die im Kalender angeführte Römerzinszahl bezeichnet das jedesmalige Jahr dieses Cirkels, und man erhält sie im Reste, den man findet, wenn man zu der Jahreszahl 3 addirt und die Summe durch 15 dividirt. Bleibt kein Rest, so ist 15 die Zinszahl.

Noch ist, um bestimmen zu können, was für ein Wochentag ein gegebener Tag des Jahrs sey, des sogenannten Sonntagsbuchstabens Erwähnung zu machen. Es werden nämlich die Tage des Jahrs vom 1. Jan. an mit A, B, C, D, E, F, G bezeichnet, der 8te Jan. wieder mit A, der 9te mit B u. s. w., wodurch die gleichen Wochentage immer gleiche Buchstaben erhalten. Der Buchstabe nun, der auf den ersten und folglich auf alle übrigen Sonntage des Jahrs fällt, heißt der Sonntagsbuchstabe. Nun hat aber ein gewöhnliches Jahr 52 Wochen 1 Tag, und schließt daher mit demselben Wochentage, mit dem es angefangen hat, und der Sonntagsbuchstabe geht demnach im folgenden Jahre um eine Stelle rückwärts. In den Schaltjahren gibt man dem 23ten nnd 24ten Febr. denselben Buchstaben, so daß nach dem Schalttage der Sonntagsbuchstabe wieder um eine Stelle rückwärts geht und das Jahr zwei Sonntagsbuchstaben, den einen bis zum 23. Februar, den andern von da bis ans Ende erhält.

Zweiter Anhang.

Verschiedene Arten, die Oberfläche der Erde oder Theile derselben bildlich darzustellen.

§. 102.

Das natürlichste Bild von der Oberfläche der Erde erhält man wohl, wenn man die Gestalt der Erde im Kleinen durch eine hohle Kugel, die meistens aus einem Gerippe von Holz, das mit Gips bedeckt wird, zusammengesetzt ist, nachbildet, und auf der äußeren, mit Papier überzogenen Fläche alle Punkte der Erdoberfläche nach ihrer richtigen geographischen Länge und Breite, und zwar auf den Horizont des Meeres reducirt, ohne also auf die größere oder geringere Höhe eines Orts Rücksicht zu nehmen, darstellt. (Erdgloben.) Allein die Erdgloben haben das Unangenehme, daß, wenn die Darstellung der Erdoberfläche oder eines Theils derselben nur etwas ins Einzelne gehen soll, sie eines Theils sehr groß verfertigt werden müssen und deßhalb sehr theuer sind, andern Theils sie nicht bequem zu handhaben und mit sich zu führen sind. Daher war man bald auf eine andere Art der Darstellung der Erdoberfläche bedacht und fand sie in unseren sogenannten Landcharten, die nichts weiter als eine auf den Horizont des Meeres reducirte Darstellung der Oberfläche der Erde oder eines Theils derselben auf einer ebenen Fläche sind. Nur trat hiebei der Uebelstand ein, daß man die Oberfläche einer Kugel mit den darauf dargestellten Figuren weder im Ganzen, noch theilweise völlig richtig auf eine

Ebene darzustellen im Stande ist. Diesem suchte man nun auf verschiedene Weise zu begegnen, und dadurch entstanden die verschiedenen Entwurfs-Arten (Projectionen) der Charten, die wir in der Kürze näher kennen lernen wollen.

§. 103.

Es sind dieselben entweder perspectivisch, oder nicht perspectivisch. Zu letzteren zählt man jene Entwerfungsart, welche, ihrer Art nach die einfachste, wohl zuerst in Aufnahme kam und zunächst das auch leistete, was von jeder Charte vor Allem gefordert werden kann: die genaue Angabe jedes Punktes der Erdoberfläche nach Länge und Breite. Man theilte eine gezogene gerade Linie, welche den Aequator vorstellte, in 360 gleiche Theile oder Grade und errichtete in diesen Theilungspunkten oberhalb und unterhalb derselben Perpendikel, auf deren jedes als Meridian man 90° des Aequators auftrug. Zog man nun durch diese Grade des Meridians mit dem Aequator Parallelen, so erhielt man ein Netz von gleich großen Quadraten, worin man leicht jeden Punkt der Erdoberfläche nach seiner geog. Länge und Breite eintragen, und woraus man eben so leicht seine Länge und Breite entnehmen konnte. Allein dieß war auch das Einzige, was eine solche Charte vorzüglich dem Seefahrer gewährte; von einem Bild der Erdoberfläche, das die Charte uns geben sollte, konnte nur in der größten Nähe des Aequators die Rede seyn, weiter nach den Polen zu wurde wegen der gleich großen Längengrade die Figur eines ganzen Landes sowohl, als auch die Entfernung der einzelnen Orte durchaus unrichtig dargestellt.

Diesem Mißverhältnisse zwischen der Nordsüd- und Ostwestausdehnung der Länder auf solchen Charten einigermassen zu begegnen, erfand 1550 ein berühmter nieder-

ländische Geograph, Mercator, eine verbesserte Entwerfungsart, nach ihm die Mercatorische genannt, welche die gleiche Eintheilung des Aequators in 360 Grade und die darauf in den Theilungspunkten oberhalb und unterhalb errichteten Senkrechten (die Meridiane) beibehält, die Eintheilung eines Meridians aber so bestimmte, daß für jede Breite der Grad des Parallelkreises zu dem des Meridians das richtige, durch die Kugelgestalt gegebene Verhältniß hatte. Zog man durch die also einzeln bestimmte Länge der Meridiangrade mit dem Aequator Parallelen, so erhielt man gleichfalls ein Netz, dessen Felder zwar stets gleich breit blieben, aber gegen die Pole zu nach dem angegebenen Verhältniß stets länger wurden, so daß z. B. unter 60° Breite, wo der Grad des Parallelkreis etwa halb so lang als der des Aequators seyn sollte, der Meridiangrad auch um das Doppelte so lang als am Aequator, gegen 30 geog. Meilen lang ist. Die Figur eines Landes wird durch diese Entwerfungsart, wenn es nur nicht gar zu nahe an den Polen liegt, weit getreuer dargestellt als es nach der erst erwähnten der Fall war, und dann kann auch der Schiffer sich mit noch größerer Bequemlichkeit dieser Charten bedienen.

§. 104.

Eine dritte, nicht perspectivische Entwerfungsart von Landcharten, hauptsächlich für solche Länder, die sich in hohe Breiten erstrecken, ist diejenige, deren sich zuerst der französische Geograph Bonne bediente und die man jetzt bey der Entwerfung fast aller Länder, die nicht allzusehr in die Länge und Breite ausgedehnt sind, in Anwendung bringt. Es besteht aber dieselbe in Folgendem:

Man denke sich auf der Oberfläche der Erde (Fig. 42) zwei Parallelkreise a b, c d, gezogen, zwischen welchen das

zu entwerfende Land sich befindet, und denke sich den Bogen d b des Meridians a b h, den beide Kreise einschließen, in e halbirt. Zieht man an diesen Punkt des Meridians eine Tangente, welche die verlängerte Erdachse in f schneidet, und fällt auf letztere das Perpendikel e g, so beschreibt das Dreieck f g e bei seiner Umdrehung um f g als Achse, mit f e die Seitenfläche eines senkrechten Kegels, welche die Erdoberfläche in e berührt und worauf alle Punkte des zu entwerfenden Landes bezogen werden. Man denkt sich nämlich alle Parallelkreise der Kugel bis an die Kegelfläche erweitert und bekommt so die Oberfläche eines abgekürzten Kegels, die sich auf einer Ebene wie ein Mantel ausbreiten läßt und wo die Parallelkreise durch concentrische Kreise, deren Mittelpunkt f ist, die Meridiane aber durch nach den Polen hin convergirende gerade Linien dargestellt sind. Den Ort aber, wo ein in einem Parallelkreis gegebener Punkt sich auf dem, ihm entsprechenden der Kegelfläche befindet, erhält man, wenn man vom Mittelpunkte des Parallelkreises an den gegebenen Punkt einen Halbmesser zieht und denselben bis zur Seitenfläche des Kegels verlängert. Auf diese Weise erhält man sowohl die Figur des Landes, Falls dasselbe sich nicht über 10 Grad in die Länge und Breite erstreckt, als auch seine Fläche und die Lage der Orte fast genau so, wie sie auf der Oberfläche der Kugel sind, so daß man die Entfernungen noch auf einem geradlinigen Meilen-Maaßstab abnehmen kann.

Es gibt zwar auch noch mehrere andere, nicht perspectivische Entwerfungsarten von Landcharten, aber die zuletzt angeführte ist dennoch die gebräuchlichste, so daß wir von den anderen hieher gehörigen zunächst Umgang nehmen, und kürzlich noch die zweite Art derselben, die perspectivischen, etwas näher betrachten.

§. 105.

Von ihnen ist im Allgemeinen zu sagen, daß sie aus guten Gründen, hauptsächlich weil sich kein geradliniger Maaßstab dabei anbringen läßt, nach welchen die Entfernungen verschiedener Punkte auf der Charte gefunden werden könnten, in neuerer Zeit bei Landcharten nur äußerst selten in Anwendung kommen, und diese mehr bei den Sterncharten erleiden, bei denen die perspectivische Abbildung des Himmels allerdings vor allen den Vorzug verdient. Man zählt ihrer drei, je nach Verschiedenheit der Lage, worin das Auge des Beobachters sowohl, als die Fläche, worauf man die verschiedenen Punkte projecirt, sich befinden, und zwar 1) die stereographische Projection, 2) die orthographische und 3) die Centralprojection.

Bei ersterer befindet sich das Auge des Beobachters auf einem beliebigen Punkte O der Erdoberfläche (Fig. 43) und die Projectionsebene M N geht um 90° von O entfernt durch den Mittelpunkt der Erde. Die Punkte A, B, C ꝛc. der Erdoberfläche projeciren sich in a, b, c ꝛc. auf der Tafel, von denen die dem Auge gerade gegenüber liegenden dem Urbilde am ähnlichsten, die äußeren aber mehr verunstaltet werden. Diese Projectionsart eignet sich hauptsächlich zur Darstellung von Halbkugeln oder auch noch größeren Theilen der Kugel, wie die von Bode seiner Anleitung zur Kenntniß des gestirnten Himmels beigefügte Sterncharte zeigt, welche die Himmelskugel vom Nordpol bis zum 38ten Grad südlicher Abweichung stereographisch entworfen darstellt. Das Auge ist als in dem Südpole befindlich angenommen, wodurch alle Meridiane auf der Charte gerade Linien und alle Parallelkreise concentrische Kreise werden, die den Pol zum Mittelpunkt haben.

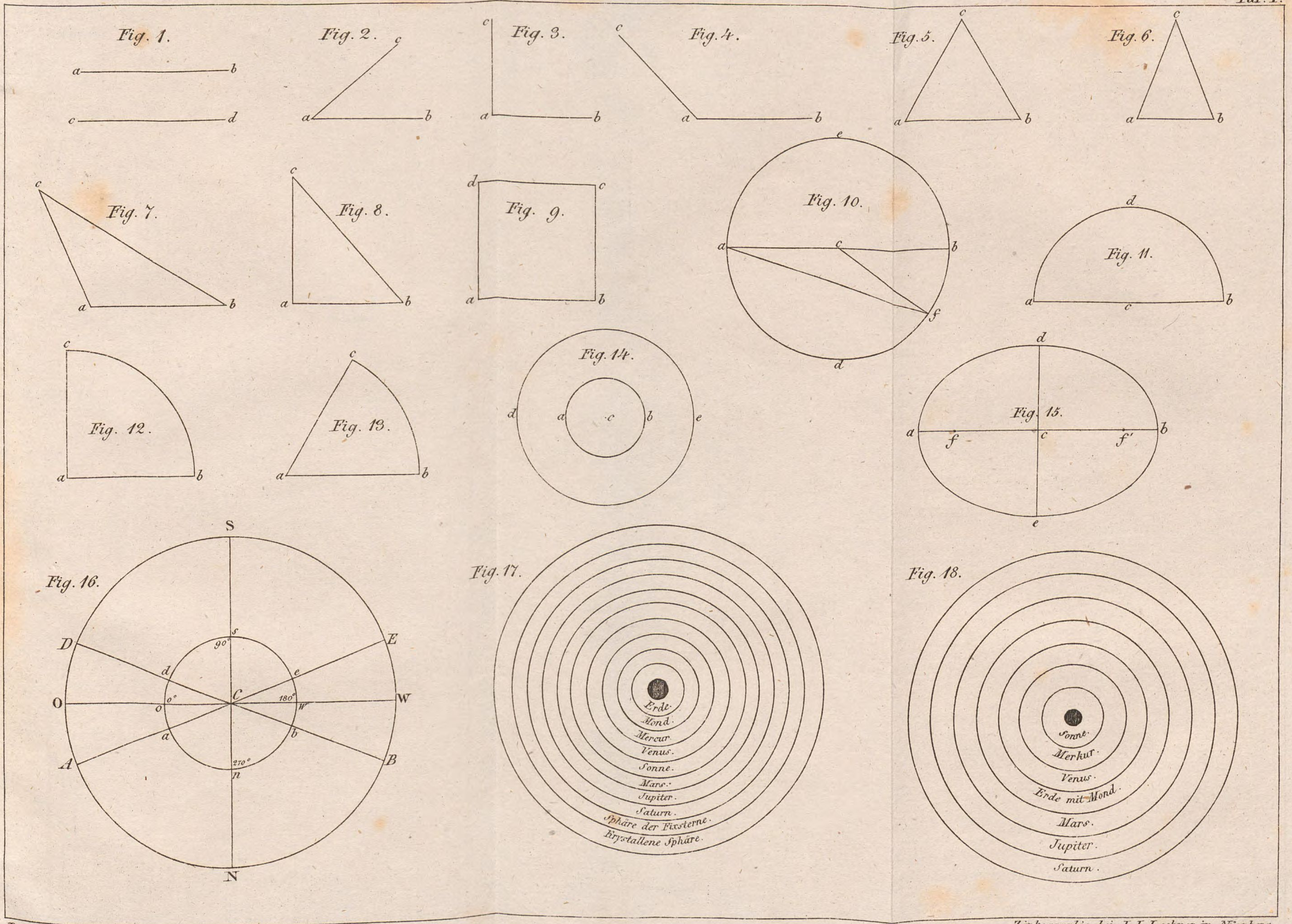
Orthographisch nennt man die Projection, wenn das Auge O (Fig. 44) in unendlicher Entfernung von der Projectionsebene M N sich befindet, also alle von ihm ausgehenden Strahlen als parallel zu betrachten sind, und sich die Punkte A, B, C in a, b, c der Tafel also projeciren, daß die von a, b, c herabgelassenen Senklothe die Punkte A, B, C der Halbkugel treffen. Für die Darstellung eines sehr kleinen Theils der Himmelskugel eignet sich diese Projectionsart ganz vorzüglich, weil für diesen Fall auch alle in das Auge gelangenden Lichtstrahlen wirklich nahe parallel sind. Man gebraucht sie deßhalb in der Astronomie zur Darstellung der Sonnen- und Mondskugeln und der bei ihnen stattfindenden Finsternisse, so wie zur Aufnahme kleiner Himmelsgegenden.

Bei der centralen Projection denkt man sich das Auge des Beobachters im Mittelpunkt O (Fig. 45) der darzustellenden Kugel, welche die Projectionsebene M N in C berührt, so daß sich die Punkte A, B, C der Halbkugel in a, b, c der Tafel projeciren. In der Astronomie kann man deßhalb wesentlichen Gebrauch von dieser Projectionsart machen, weil sich bei der unermeßlichen Ausdehnung des Weltalls das Auge wirklich in der Mitte der Himmelskugel befindet Nach ihr hat Doppelmaier (Nürnberg, 1742) den ganzen Himmel auf sechs Charten dargestellt, indem er sich die Himmelskugel in einem Würfel eingeschlossen dachte, von dem zwei Seitenflächen die Himmelskugel in den Polen, zwei in den Aequinoctialpunkten und zwei in den Punkten des Aequators, durch welche die Coluren gehen, berühren.

BIBLIOTHECA REGIA MONACENSIS.

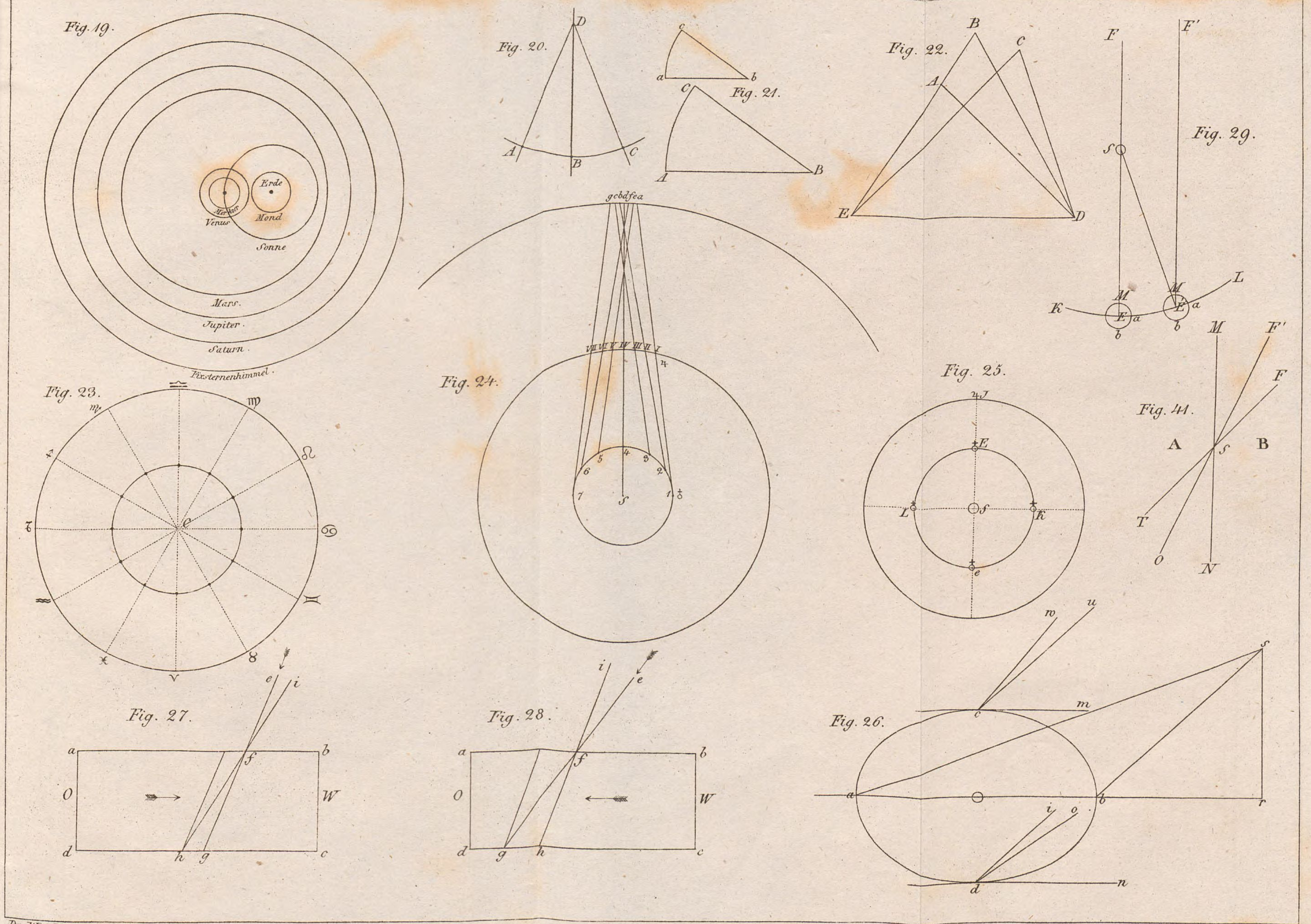
Berichtigungen.

Seite 13, Zeile 18 lies n. Ch. statt v. Ch.
„ 23, „ 24 „ von Ost nach West statt von West nach Ost.
„ 56, „ 4 „ 14,957 statt 15,0018
„ 155, „ 13 „ Quadratmeile statt Meile.



Zinkographie bei J. J. Lechner in Nürnberg.

Taf. II.



Zinkographie bei J. J. Lechner in Nürnberg.

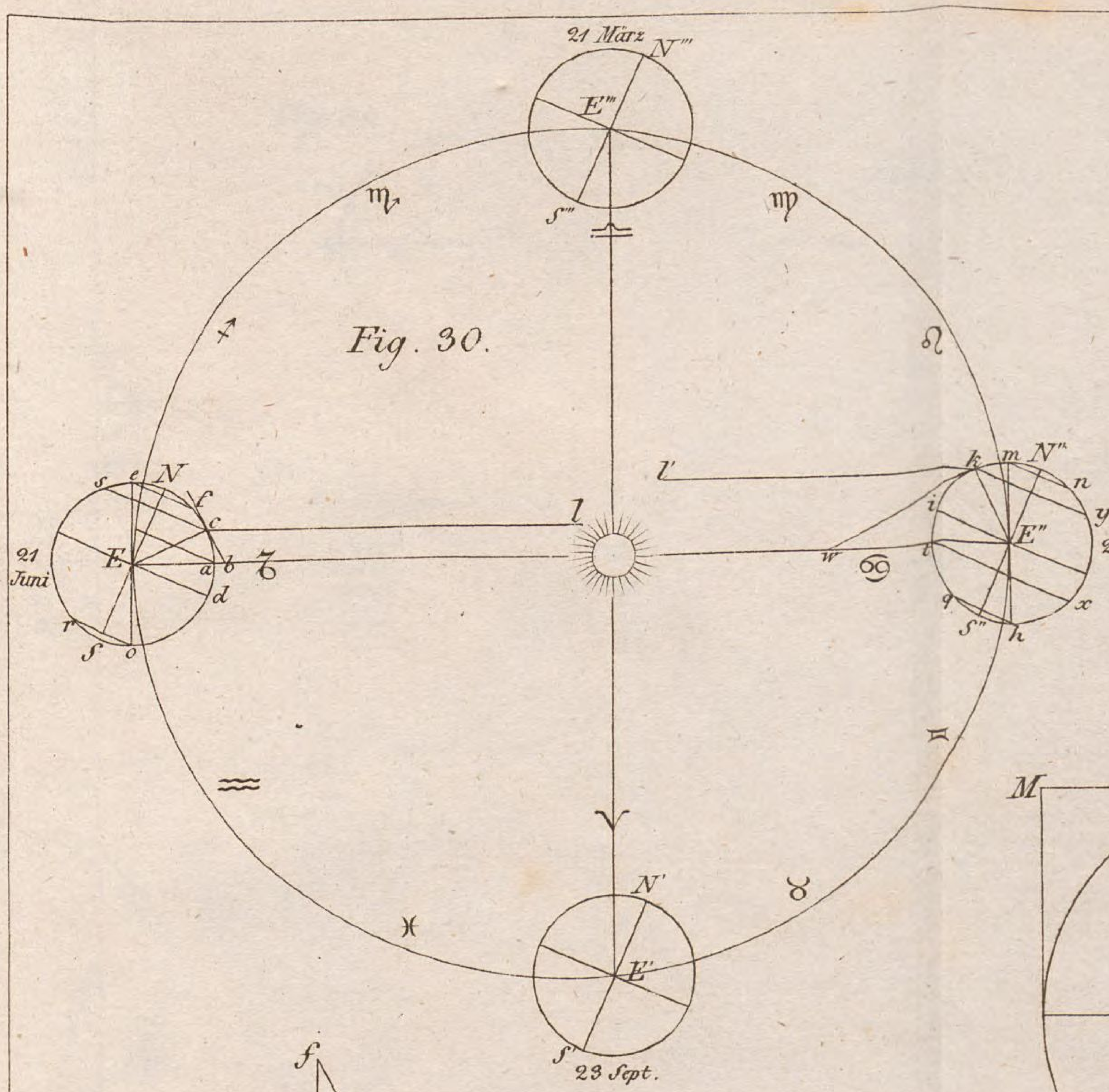


Fig. 30.

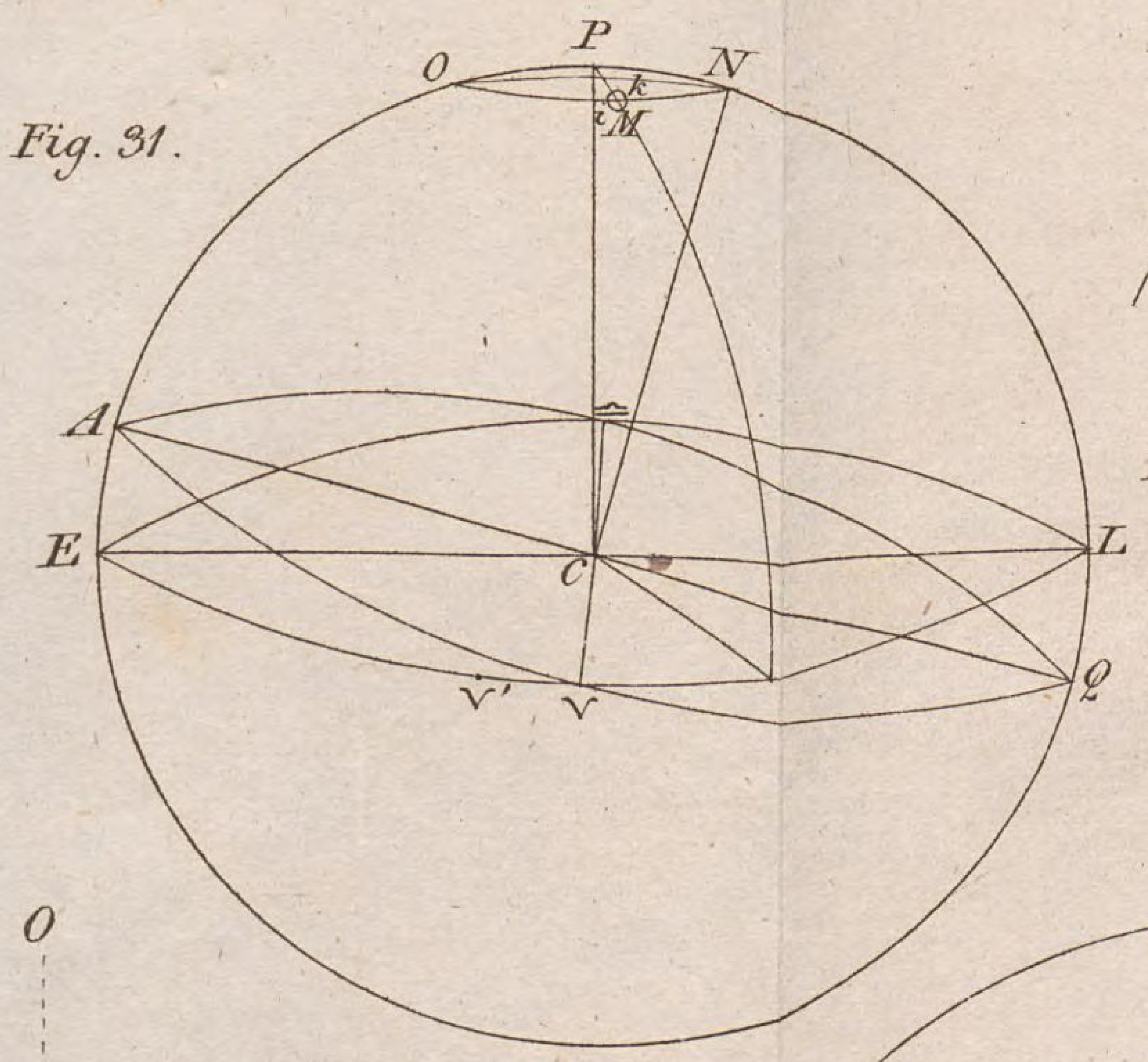


Fig. 31.

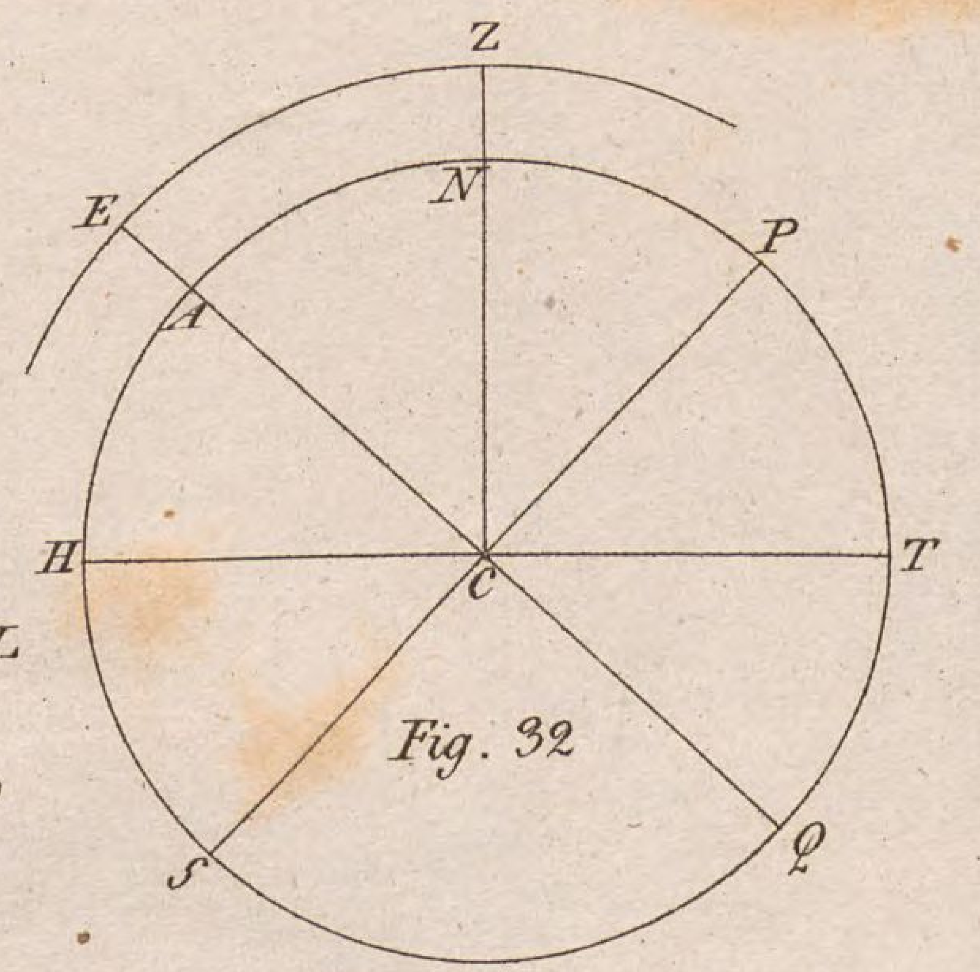


Fig. 32.

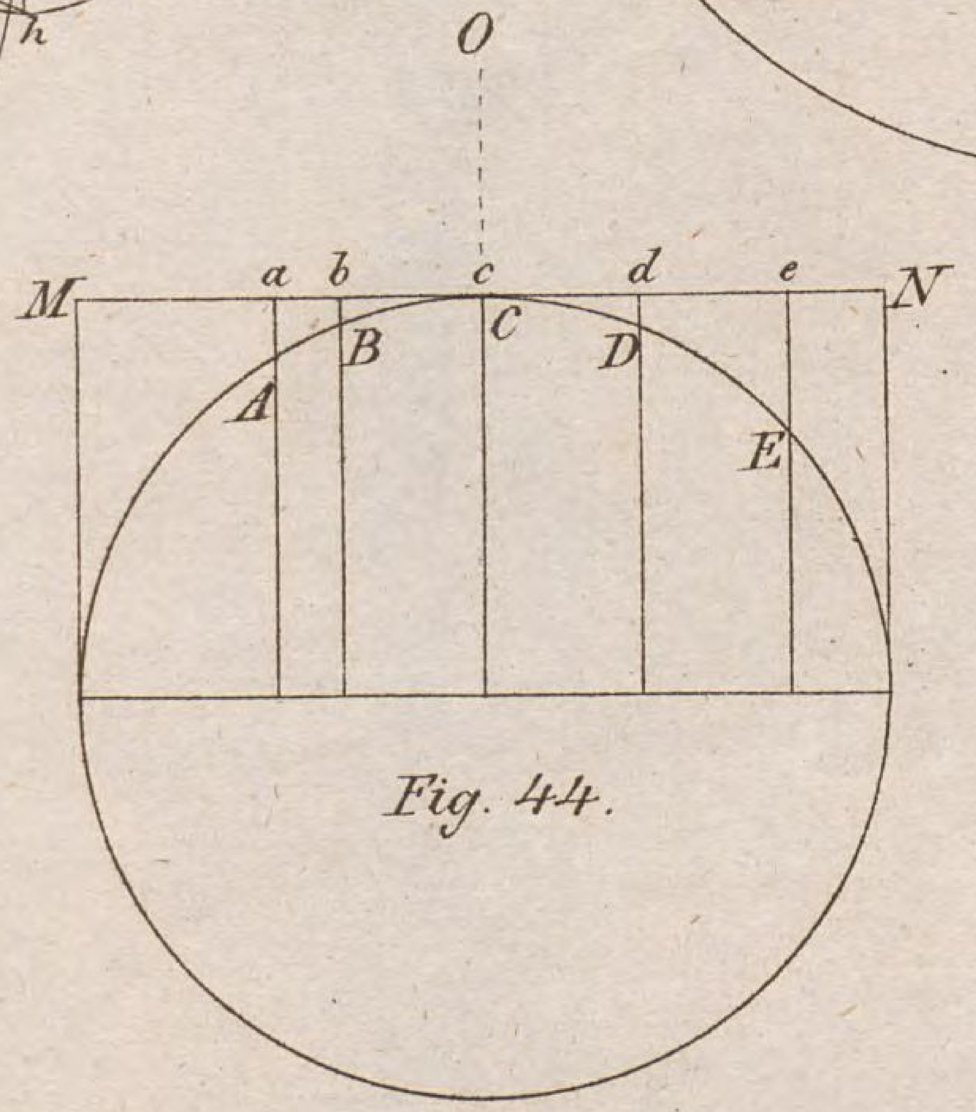


Fig. 44.

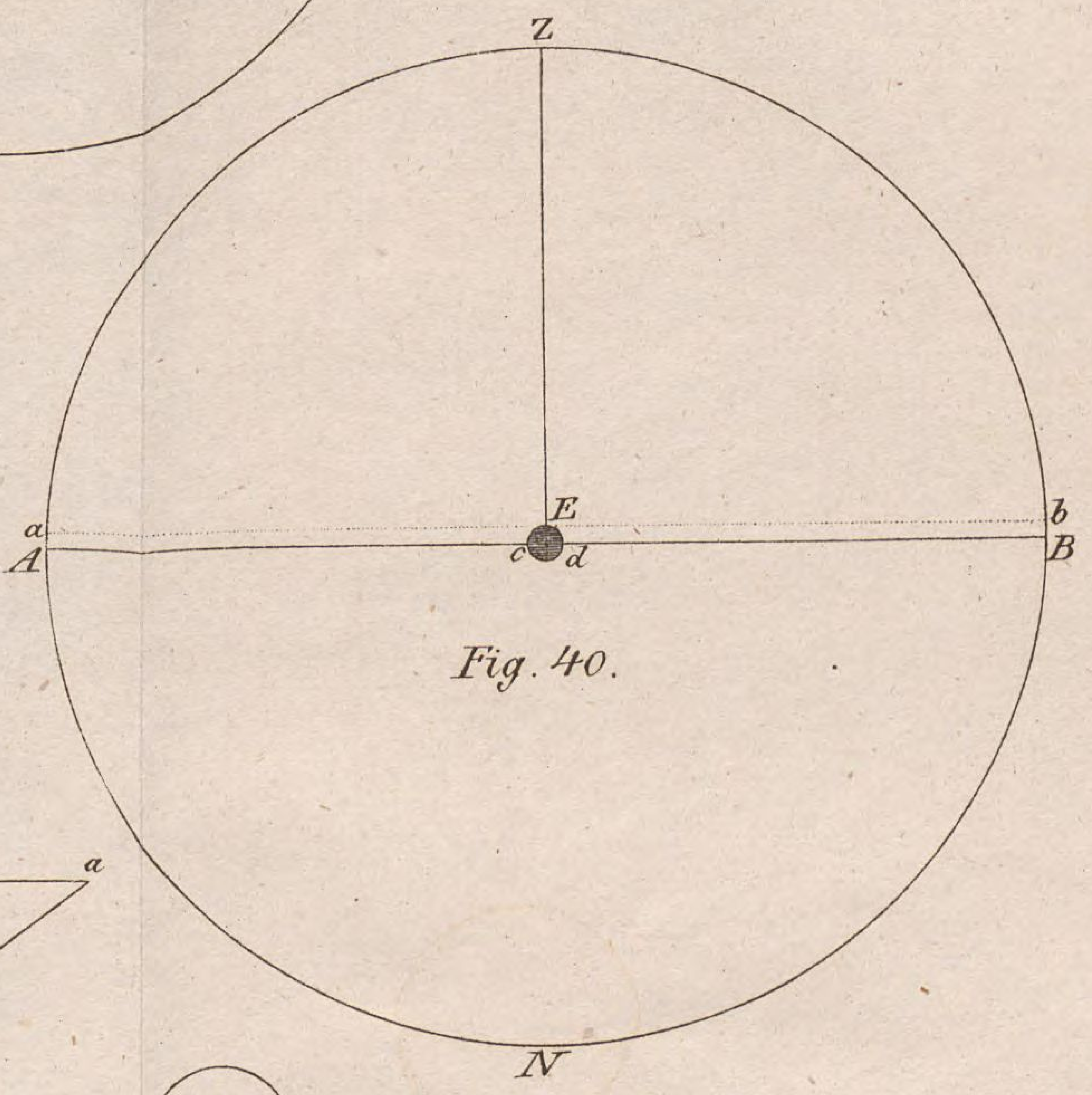


Fig. 40.

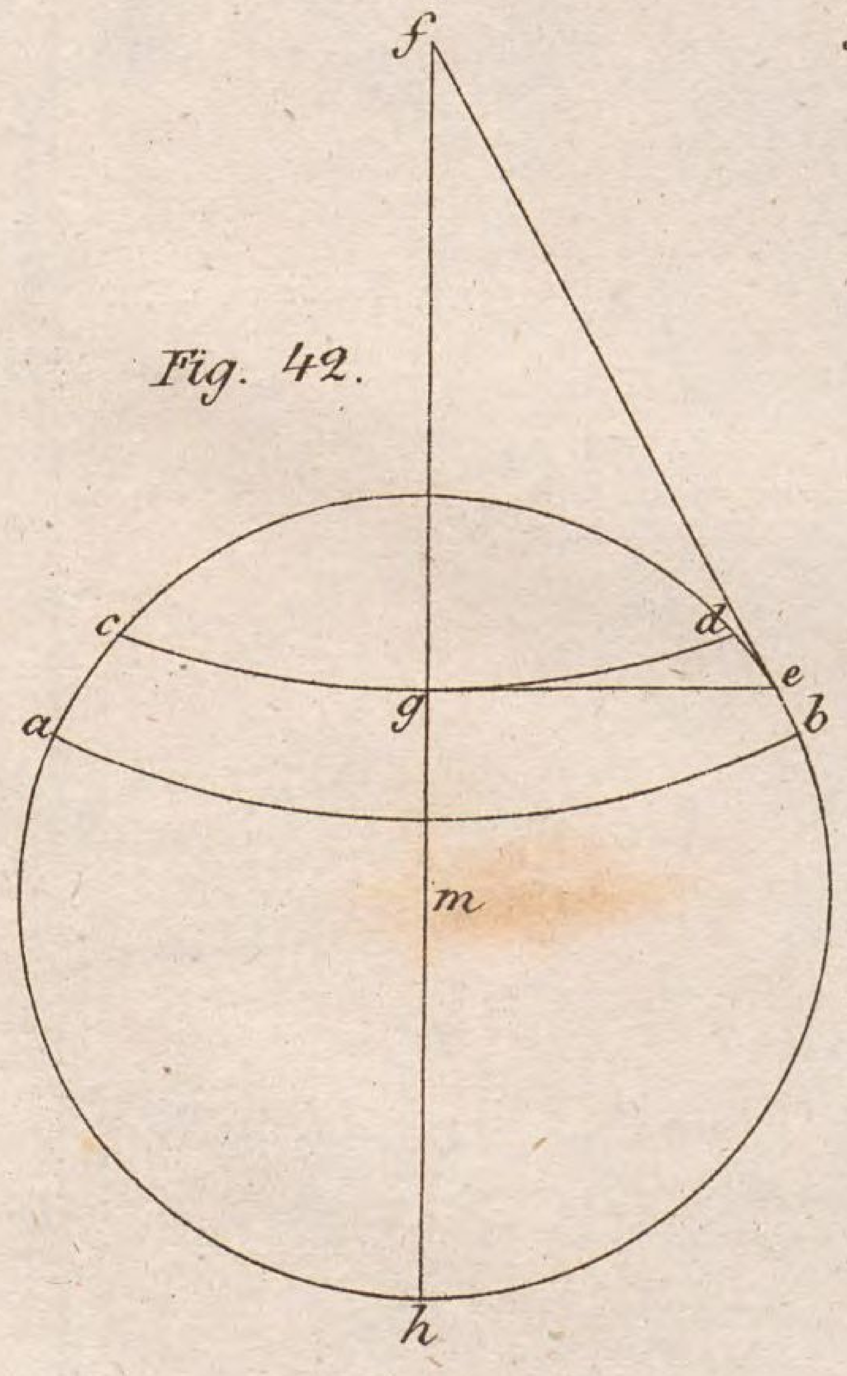


Fig. 42.

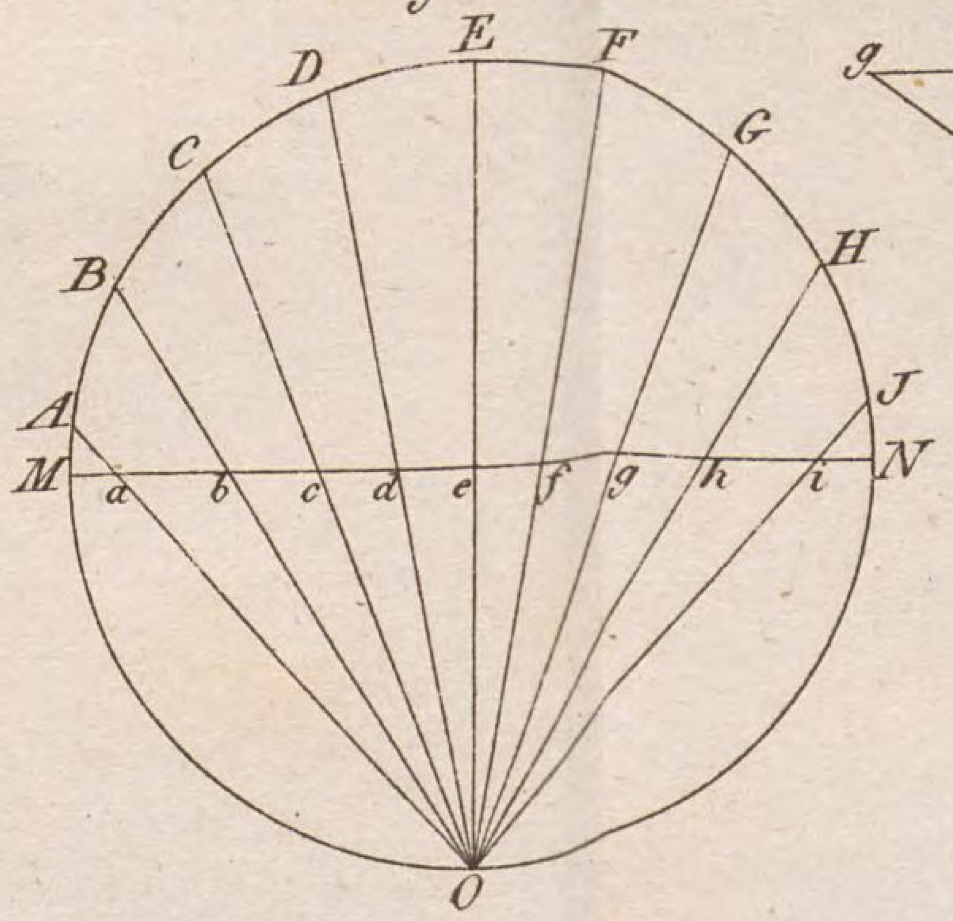


Fig. 43.

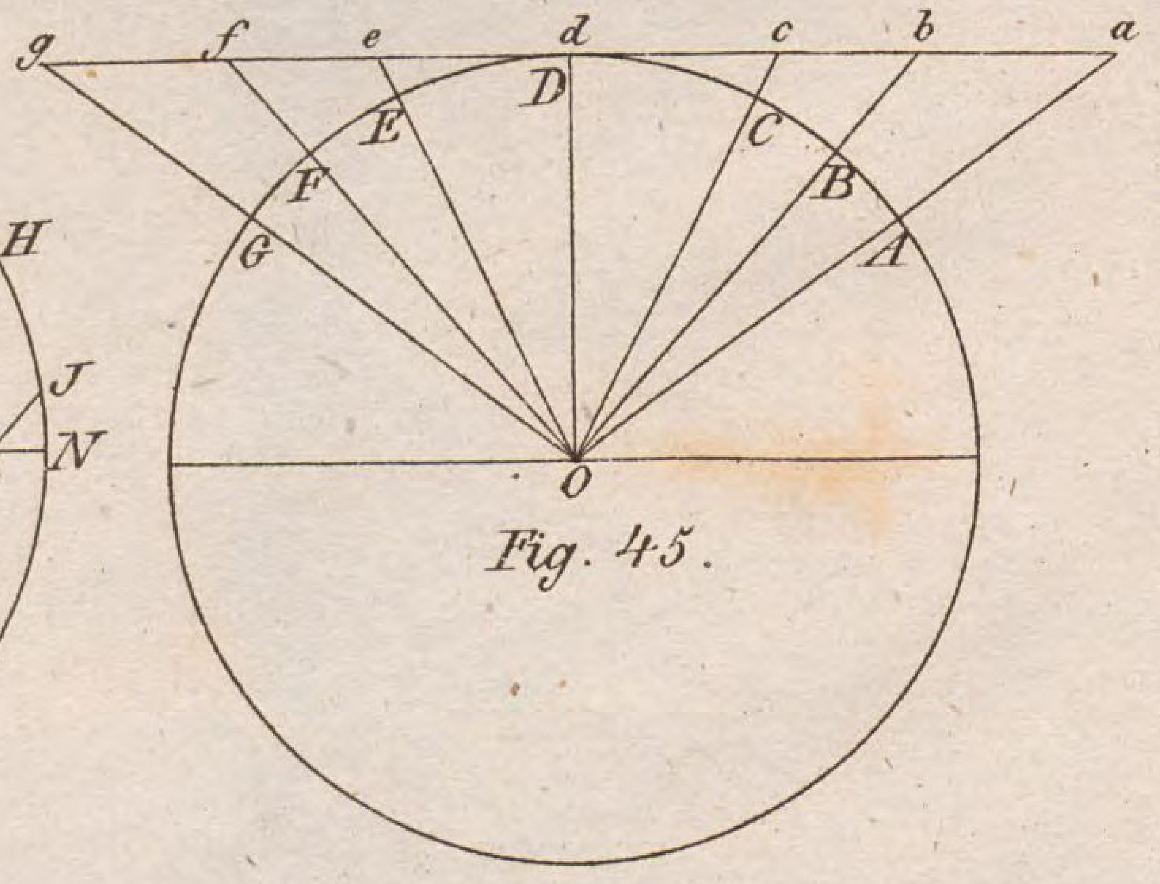


Fig. 45.

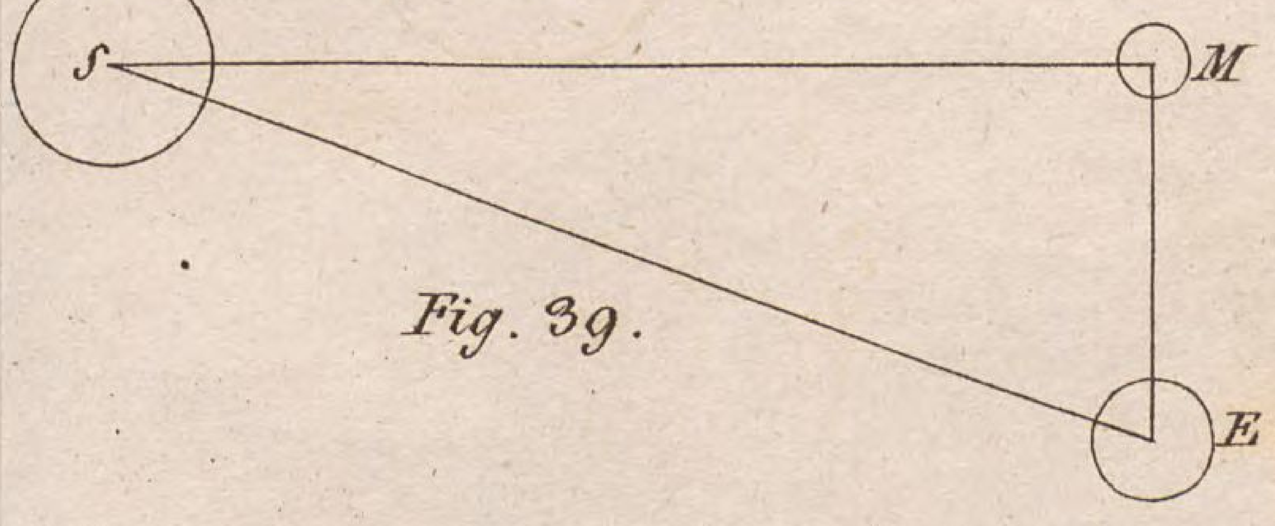


Fig. 39.

Zinkographie bei J. J. Lechner in Nürnberg.

Fig. 33.

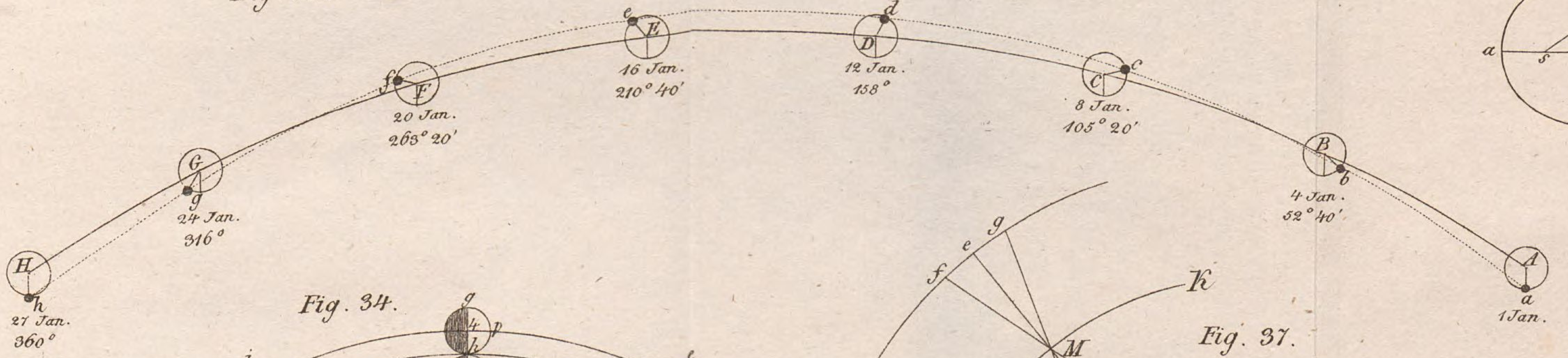


Fig. 30.*

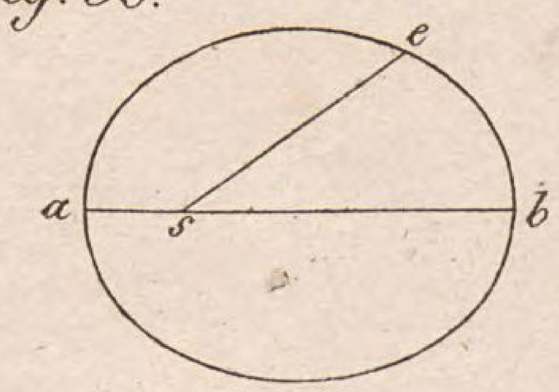


Fig. 34.

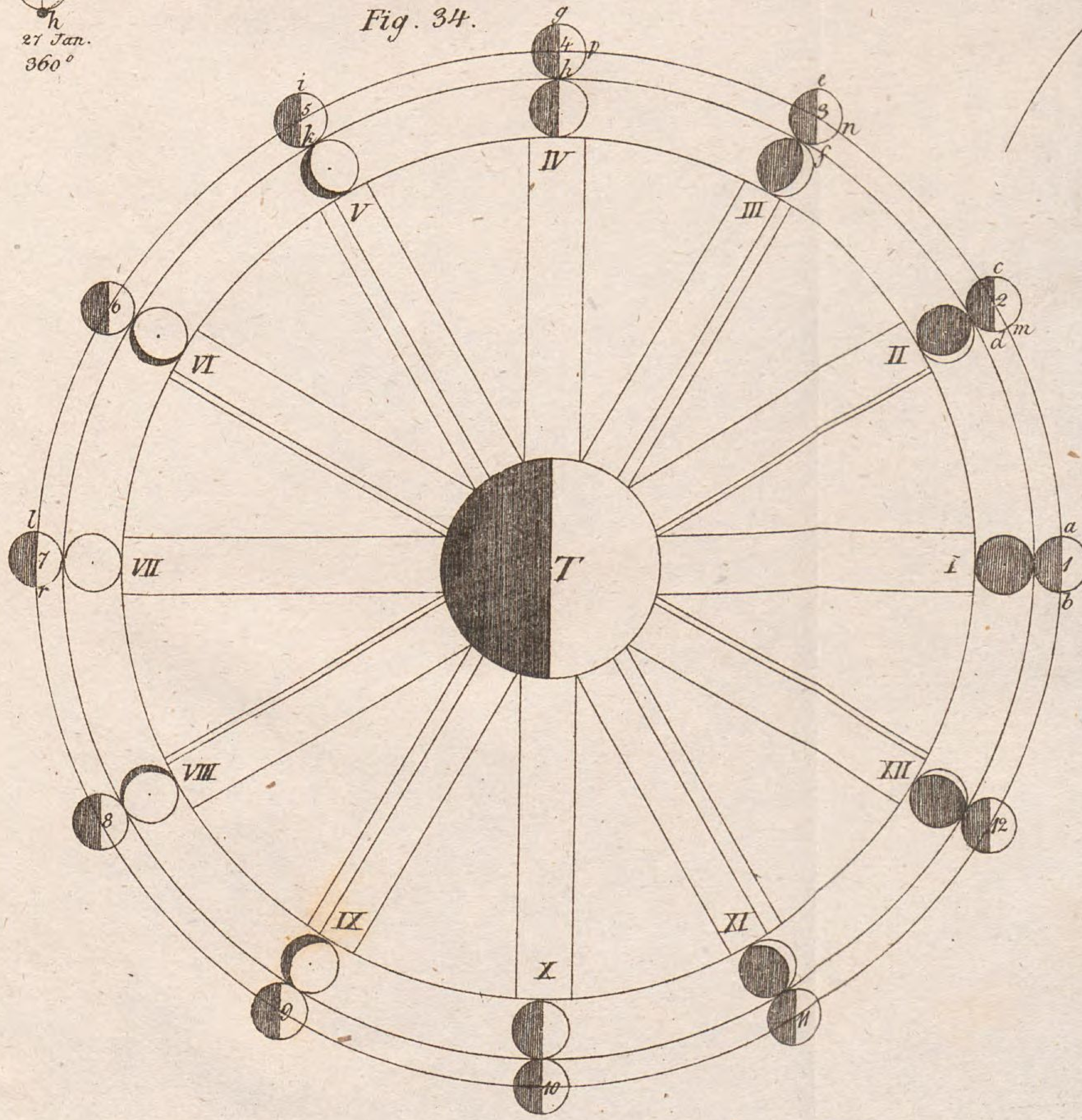


Fig. 37.

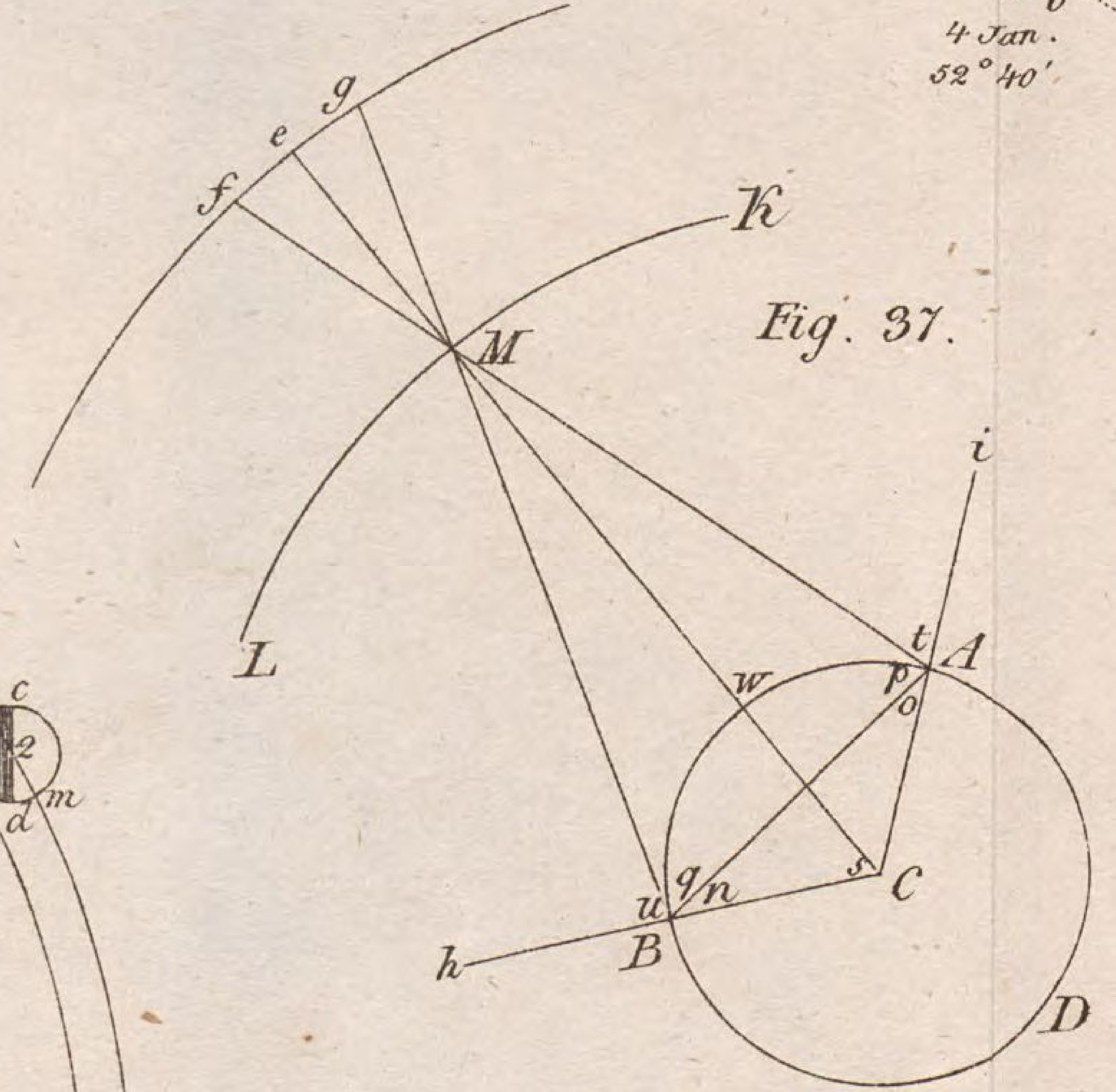


Fig. 38.

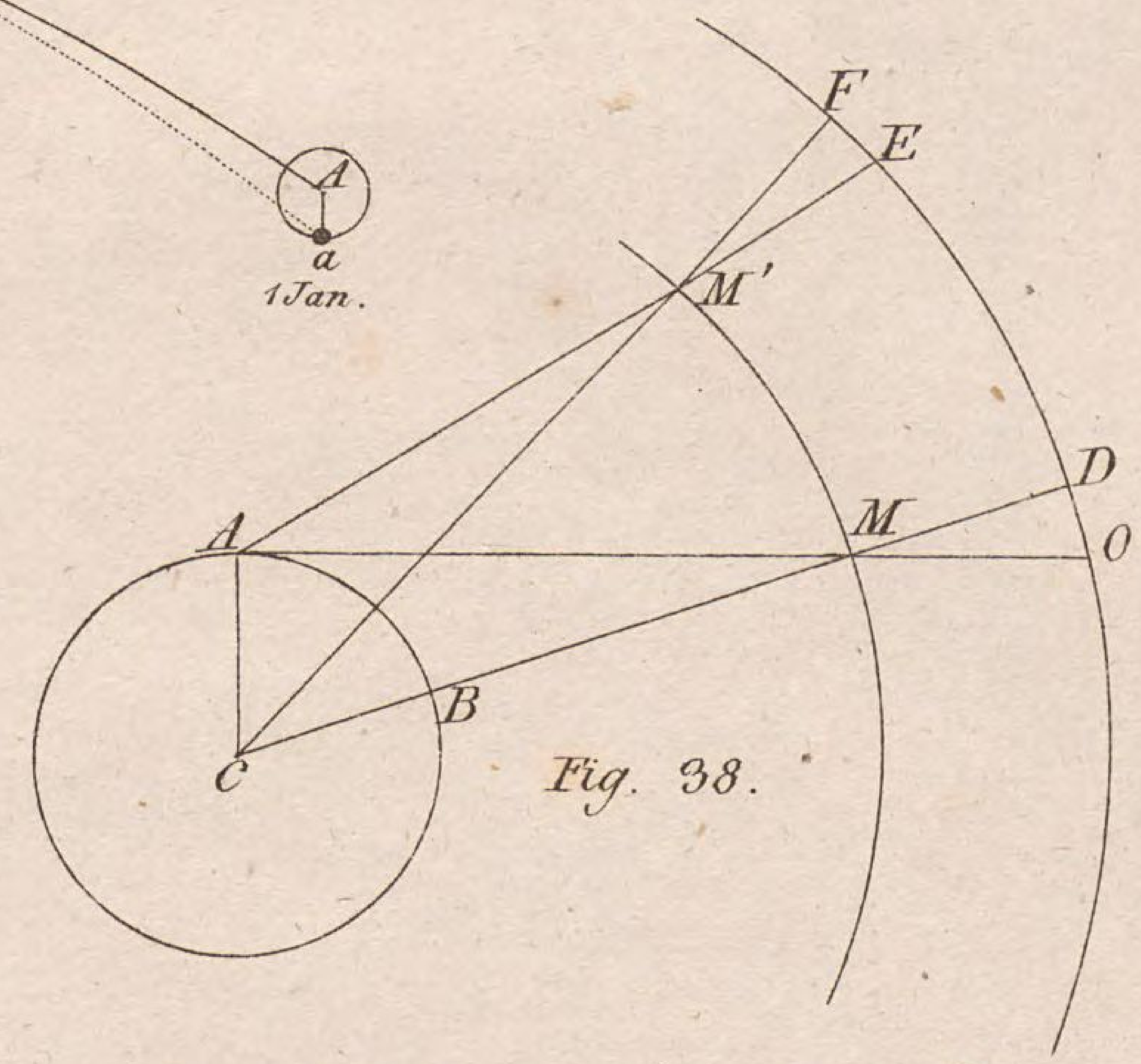


Fig. 35.

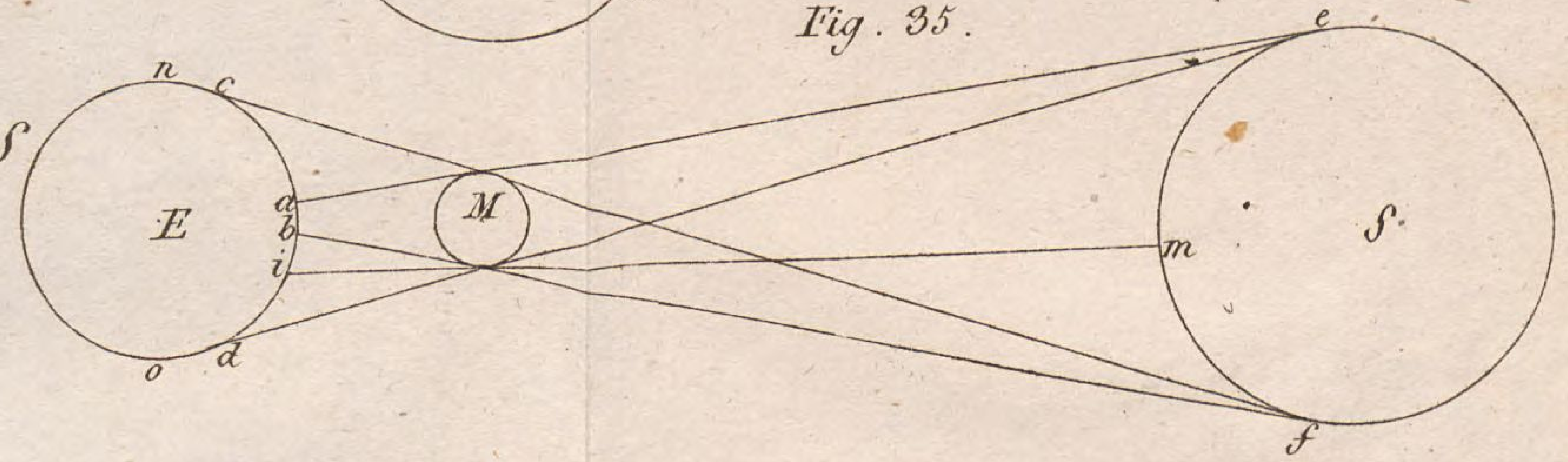
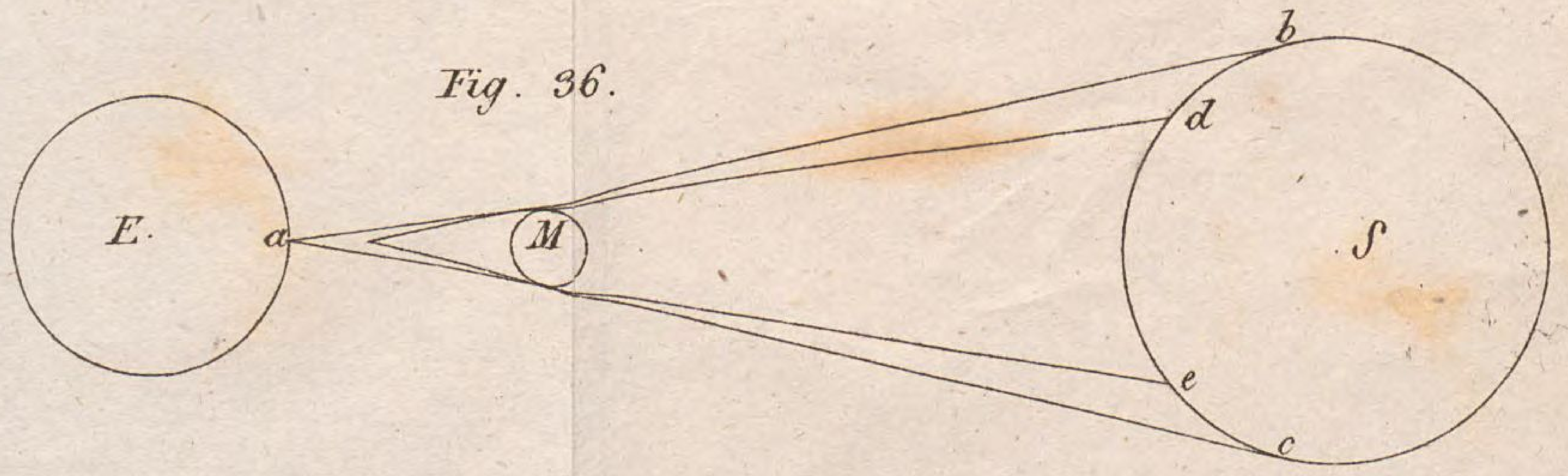


Fig. 36.



Zinkographie bei J. J. Lechner in Nürnberg.

Wer

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Wöckel, Lorenz

Lehrbuch der mathematischen Geographie für Gymnasien und technische Anstalten so wie für alle, welche sich ohne mehr, denn die gewöhnlichen mathematischen Vorkenntnisse einen deutlichen Begriff von dem Weltsysteme zu verschaffen wünschen

Nürnberg 1838

Math.a. 254 r
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10081247-2